

Höstveteetablering

– Inverkan av sådjup och aggregatstorleksfördelning på uppkomst och skottutveckling

Winter wheat establishment

*– Effects of sowing depth and aggregate size distribution on
the emergence and shoot development*

Amanda Andersson



Höstveteetablering

– Inverkan av sådjup och aggregatstorleksfördelning på uppkomst och skottutveckling

Winter wheat establishment

– Effects of sowing depth and aggregate size distribution on the emergence and shoot development

Amanda Andersson

Handledare: Johan Arvidsson, institutionen för mark och miljö, SLU
Biträdande handledare: Ararso Etana, institutionen för mark och miljö, SLU
Examinator: Anna Mårtensson, institutionen för mark och miljö, SLU

Omfattning: 30 hp

Nivå och fördjupning: Avancerad nivå, A1E

Kurstitel: Självständigt arbete i biologi - magisterarbete

Kurskod: EX0732

Program/utbildning: Agronomprogrammet – inriktning mark/växt 270 hp

Utgivningsort: Uppsala

Utgivningsår: 2016

Omslagsbild: Höstvete i Mälardalen, 2014, foto författaren

Serietitel: Examensarbeten, Institutionen för mark och miljö, SLU

Delnummer i serien: 2016:05

Elektronisk publicering: <http://stud.epsilon.slu.se>

Nyckelord: höstvete, etablering, sådjup, aggregat, såtidpunkt, såbädd

Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

Fakulteten för naturresurser och jordbruksvetenskap
Institutionen för mark och miljö

Sammanfattning

Höstvete är en mycket betydande gröda i Sverige men trots detta har höstveteskördarna legat på samma nivå sedan år 1990. Många och detaljerade studier är gjorda på vad som är de optimala förutsättningarna för etablering av vårsäd. Däremot finns mycket lite undersökt för vilka som är de mest gynnsamma förutsättningarna för höstveteetablering.

Syftet med detta arbete var att undersöka sådjupets och såbäddens egenskaper, i synnerhet aggregatstorlekens, betydelse för uppkomst och skottutveckling för höstvete. Arbetet har som utgångspunkt att undersöka förutsättningar för höstveteetablering i Mälardalen.

Studien är uppdelad i två delar, dels en odlarstudie och dels ett fältförsök. Odlarstudien omfattade 16 fält som studerades för att undersöka hur lantbrukare etablerar höstvete. I denna studie jämfördes även bearbetningssystemen plöjt och kultiverat. Fältförsöket syftade till att jämföra olika sådjup under samma förutsättningar och förlades på Säby i Uppsala, där jämfördes sådjupen 2 cm, 4 cm och 6 cm. Både i odlarstudien och i fältförsöket genomfördes såbäddsundersökning, räkning av uppkomst, räkning av antal skott, mätning av sådjup samt räkning av övervintring. I fältförsöket är även information av skördedata insamlad.

Resultaten från undersökningarna visar att om uppkomsthastigheten jämförs för sådd under samma förhållanden kommer en grundare sådd planta upp fortare jämfört med en djupare sådd planta. En enskild aggregatfraktion påverkar inte uppkomsthastigheten. Litteraturen påvisar dock att en viss del större aggregat i ytan har en positiv effekt då de skyddar mot vinterns påfrestningar och minskar risken för igenslamning. En snabb uppkomst innebär att plantan hinner utveckla ett större antal skott. Ett stort antal skott är också den faktor som leder till bäst övervintring. Det som påverkar uppkomsthastighet och skottutveckling i störst utsträckning är såtidpunkten. De fält som såddes tidigast hade snabbast uppkomsthastighet och utvecklade flest antal skott. Resultaten från dessa undersökningar kunde inte påvisa några skillnader mellan bearbetningssystemen plöjt och kultiverat.

Abstract

Winter wheat is a very important crop, but despite this its yield in Sweden has remained the same since 1990. Several studies have been conducted pertaining the optimal conditions for the establishment of spring cereals. However, there is very few studies that have taken place on the favorable conditions for the establishment of winter wheat.

The aim of this work was to investigate the effects of sowing depth and seedbed properties, especially aggregate size, on the emergence and shoot development of winter wheat. The work has examined the conditions for the winter wheat establishment in Mälardalen.

The study had two parts, a farmer survey and a field trial. Farmers' survey was conducted on 16 fields to study how winter wheat was established. The farmers' survey also compared two tillage systems, ploughing and non-inversion surface cultivation. The field trial was designed to compare the different sowing depth under the same conditions and was conducted in Säby, Uppsala. The field trial compared the sowing depths 2 cm, 4 cm and 6 cm. In both the farming survey and field trial, investigations were conducted on the seed bed quality, plant emergence, and number of shoots, sowing depth and winter hardness. In the field trial, crop yield was determined.

The results of the study showed that if all other conditions are similar, a shallower sowing depth led to faster emergence compared to a deeper sowing. The proportions of different aggregate size have no effect on plant emergence. Earlier studies indicates, however, that a certain large aggregates in the surface have a positive effect for protecting against the harsh winter climate and the risk for siltation. A rapid emergence means that the plant is able to develop a higher number of shoots. A high number of shoots is the factor that gives the best winter hardness. The main factor for quick emergence and shoot formation is the time of sowing. The fields that were sown earlier had the fastest emergence speed and developed the highest number of shoots. The results of this study did not demonstrate any significant differences between ploughing and non-inversion surface cultivation.

Populärvetenskaplig sammanfattning

På våren som en böna, på hösten som en höna, är ett gammalt uttryck som beskriver hur såbädden till vår- och höstsäd kan se ut.

Uttrycket påvisar att det inte gör någonting att såbädden till höstvet är grövre än vad man vill uppnå på våren. Men ligger det någon sanning i detta uttryck? Det jag har varit intresserad av att ta reda på i mitt arbete är om det faktiskt ligger något i detta uttryck eller om det bara är något gammalt och förlegat. Anledningen till att det blev just höstvet mitt arbete kom att handla om är för att detta är en mycket viktigt gröda i många områden i Sverige. Man har även sett att nivåerna på höstveteskördarna inte har stigit sedan 1990. I höstvetets nordligare odlingsområden kan utvintring av höstvet vara en begränsande faktor av skördenivåerna. Dessutom blir perioden för utveckling på hösten kortare och kortare ju längre norr över man kommer. Det gäller därför att ge grödan så bra förutsättningar som möjligt på hösten för att klara vintern och därmed behålla hög skördepotential.

Den inledande meningen var min utgångspunkt när mitt examensarbete startade. Men även sådjudets betydelse för höstvetets uppkomst tillkom som en parameter som jag undersökte. Det jag har velat ta reda på är om sådjudet spelar någon roll för höstvetets uppkomst och den vidare utvecklingen under hösten. Jag har även velat undersöka hur jorden påverkar höstvetets uppkomst, om det är någon skillnad på att så i stora jordkockor eller om det är bättre om det finns mycket finjord. Jag hade två olika undersökningar i mitt arbete. Största delen bestod av att undersöka hur sådden hos ett antal lantbrukare gick till. Jag var ute när de sådde och undersökte såbädden, sedan följde jag uppkomsten och utvecklingen av höstvetet under hösten och undersökte hur väl höstvetet hade klarat vintern. Jag hade även ett försök där jag testade tre olika sådjud under samma förutsättningar, även här följde jag uppkomst, utveckling under hösten och övervintringen.

Det jag fick fram undersökningar var att höstvet kom upp fortare om det hade såtts grundare, detta resultat är inte så oväntat men det var kul att få så tydliga resultat när jag testade olika sådjud. Däremot kunde jag inte hitta några skillnader för uppkomsten som påverkades av att det fanns mycket av stora eller små aggregat. Det som jag egentligen inte skulle undersöka var såtidpunkten men den parametern kom ändå med eftersom det tog ett tag att genomföra försöken. Det var såtidpunkten som visade sig ha störst betydelse för en snabb uppkomst och för hur väl höstvetet utvecklades under hösten. I litteraturen som jag har läst finns det mycket som pekar på att stor del finjord vid sådden har en positiv inverkan på uppkomsten, men detta kunde jag inte se i mina försök. Om jag hade gjort nya försök hade jag velat undersöka den optimala sammansättningen för en såbädd för att få en så snabb uppkomst som möjligt. Höstvet är en mycket viktigt gröda för många lantbrukare. Dessutom ska den sås under en period på hösten då det är mycket att göra. Därför vore det bra att veta vad som verkligen är viktigt för uppkomsten av höstvet, för att kunna prioritera dessa saker som har störst betydelse. Även fast det var mycket torrt, vilket är ovanligt, så fanns det ingen mening med att så djupare än 4 cm. Men framförallt så visar mina försök, som så många andra, att det absolut viktigaste för att få en bra höstvetesådd är att så tidigt. En tidig sådd innebar att höstvetet kom upp snabbare, hann tillväxa mer under hösten och övervintrade dessutom bättre.

Innehållsförteckning

1 Inledning.....	1
2 Bakgrund	2
2.1 Förhållanden som gäller för vårsäd	2
2.1.1 Struktur.....	2
2.1.2 Sådjup.....	3
2.2 Etablering av höstvete	3
2.3 Skottutveckling.....	5
2.4 Såtidpunktens betydelse	6
3 Material och metod.....	10
3.1 Väder	10
3.2 Odlarstudie	10
3.2.1 Såbäddsundersökning.....	11
3.2.2 Uppkomst	12
3.2.3 Sådjup.....	12
3.2.4 Skottutveckling.....	12
3.2.5 Övervintring	12
3.3 Sådjupsförsök	13
4 Resultat	13
4.1 Väder	13
4.2 Odlarstudie	13
4.2.1 Uppkomst och skottutveckling.....	14
4.2.2 Såbäddens egenskaper	18
4.2.3 Övervintring	22
4.2.4 Jämförelse mellan plöjt och kultiverat	23
4.3 Sådjupsförsök	23
5 Diskussion	27
5.1 Väder	27
5.2 Uppkomst och skottutveckling.....	27
5.3 Såbäddens egenskaper.....	28
5.4 Övervintring	28
5.5 Skörd	29

5.6 Jämförelse mellan plöjt och kultiverat	29
6 Slutsats	29
Tackord.....	31
Referenser.....	32
Bilagor	34
Bilaga 1. Väderdata	34
Bilaga 2. Bakgrundsinformation för fälten i odlarstudien.....	37

1 Inledning

I Sverige odlas det totalt ca 380 000 ha höstvetete varav 111 000 ha i Mälardalen, höstveteteodlingen motsvarar 18 % av den totala åkermarken i Mälardalen (SCB, 2015). Detta gör höstvetete till en mycket betydande gröda. Men trots att höstvetete är en så viktig gröda har skördarna i Sverige legat på samma nivå sedan år 1990. Att skördenivåerna inte har stigit tros bero på en rad olika faktorer såsom markpackning, såtidpunkt och management (Elmquist & Arvidsson, 2014). I Mälardalsområdet sammanfaller skörden de flesta år med etableringen av den nya höstgrödan. Detta innebär en tids- och resursbrist, vilket gör att höstvetetet riskerar att etableras under betingelser som inte är optimala. Många lantbrukare prioriterar skörden av den gamla grödan före etableringen av den nya höstgrödan (Elmquist & Arvidsson, 2014). Detta i kombination med en liten omfattning av studier på hur höstveteteetableringen ska göras optimalt, leder till att sådden i många fall blir gjord utan någon större eftertanke eller kunskap. Med bättre kunskap om hur en optimal höstveteteetableringen ska göras, skulle detta underlätta för lantbrukaren att prioritera rätt och ges bättre förutsättningar för att lyckas under en mycket intensiv period.

Det här arbetet har som mål att öka kunskapen och förbättra möjligheterna till att höja höstveteskördarna i Mälardalen.

Många lantbrukare har argumentet ”det kommer alltid regn någon gång, så det spelar ingen roll hur såbädden ser ut”. Det är sant att nederbörden är större under hösten än efter vårsådden och därmed är uppkomst av höstsäd sällan något problem. Men det intressanta är om det finns påverkbara faktorer som har betydelse för uppkomsten och därmed ger beståndet bättre förutsättningar till en bra övervintring och hög skördepotential. Ett uttryck som ofta nämns för att illustrera såbäddsberedning är ”på hösten som en höna, på våren som en böna” (Mattson *et al.*, 1985). Med detta menas att aggregaten kan vara större på hösten än vad de bör vara på våren. Detta är en del som det här arbetet kommer att undersöka. Är det gynnsamt att aggregaten är stora vid höstsådden eller är det så att det så småningom kommer upp även vid grov struktur men att uppkomsten hade blivit snabbare och bättre vid finare struktur?

Syftet med detta arbete är att undersöka sådjupets och såbäddens egenskaper, i synnerhet aggregatstorlekens, betydelse för uppkomst och skottutveckling för höstvetete.

I arbete har dessa hypoteser testats:

- Ett grunt sådjup ger en snabbare uppkomst än ett djupt
- En grund sådd ger mer skottutveckling än en djup sådd
- En såbädd med hög andel små aggregat ger en snabbare uppkomst jämfört med en hög andel stora aggregat
- Tillgången på växttillgängligt vatten i såbädden påverkar uppkomsthastigheten
- Det finns skillnader mellan plöjda och kultiverade fält, vilket gör att ett av systemen lämpar sig bättre vid höstveteteetablering

2 Bakgrund

Då litteraturen studeras hittas omfattande och detaljerad information om vilka betingelser som är optimala för vårsådd men mycket lite är studerat gällande sådd av höstsäd. Betydelsen av vissa faktorer bör vara den samma oavsett om sådden sker på våren eller på hösten, såsom krav på fuktighet för groning, temperatur och näringstillgång. Däremot skiljer sig de yttre omständigheterna åt, som exempelvis klimatet, vid vår- och höstsådd. På våren, då dagarna blir längre och temperaturen högre, är det viktigt med en noggrann etablering med bra förutsättningar vad gällande tillgång på fukt. Detta gäller framförallt i försommartorra områden där regn helt kan utebli under längre perioder. På hösten blir dagarna däremot kortare och temperaturen sjunker medan chansen till nederbörd är större jämfört med på våren. Det är därför intressant att undersöka hur dessa yttre förutsättningar påverkar etableringen av höstsäd och om det är andra krav som gäller för höstsådd än för vårsådd.

2.1 Förhållanden som gäller för vårsäd

Många undersökningar är gjorda för att ta reda på vilka som är de optimala förhållanden för sådd av vårsäd. Anledningen till detta kan vara problematiken kring att få en tillfredställande uppkomst av vårsäd framförallt i försommartorra områden, som till exempel i Mälardalen, där uppkomsten ofta försvåras på grund av torka eller skorpbildning. Här följer en kortare genomgång av förutsättningarna för vårsädessådd för att kunna jämföra detta med höstsådd och vid likheter kunna dra nytta av befintlig kunskap.

2.1.1 Struktur

Mellan åren 1969-1972 gjorde Kritz (1983) omfattande undersökningar av såbäddar till vårsäd. Stickprov med 300 fält undersöktes över hela Sverige. Ytterligare omfattande försök har utförts av Håkansson & von Polgár (1976 & 1977). Dessa försök utfördes mestadels som kärnförsök där groning och uppkomst av vårsäd undersöktes. Samtliga försök påvisar tydliga samband mellan såbäddens struktur och uppkomsten för vårsäden.

Jordens struktur påverkar såbäddens vattenhalt, lufttillgång samt det mekaniska motståndet för plantan (Kritz, 1983), dessa parametrar påverkar i sin tur uppkomsten. För vårsäd gäller att ju finare aggregaten är i såbädden desto bättre blir uppkomsten (Håkansson *et al.*, 2002).

Såbäddens struktur påverkar evaporationen, kärnans vattenupptag och skorpbildning (Kritz, 1983). Framförallt strukturens påverkan på evaporationen gör att strukturen på såbädden blir viktigare under torra förhållanden. Under torra förhållanden blir uppkomsten av vårkorn sämre ju högre andelen är av stora aggregat i såbädden. Då aggregaten hade hög fuktighet sågs inte detta samband (Håkansson & von Polgár 1977). Uppkomsten blir alltid bättre för vårkorn då de stora aggregaten är fuktiga jämfört med när de är torra, oberoende om de är skiktade eller blandade med små aggregat (Håkansson & von Polgár 1977).

I sina undersökningar kunde Håkansson & von Polgár (1977) visa att en ökad aggregatstorlek i lagret 0-3 cm gav signifikant sämre uppkomst av vårkorn då aggregatstorleken ökades från <2 mm till 16-32 mm. Vidare fanns det ett statistiskt signifikant samband mellan aggregatstorlek och fuktigheten i såbädden i lagret 3-6 cm. När aggregatstorleken ökades från <2 mm till 4-8 mm resulterade detta i en sämre uppkomst, starkast var sambandet vid lägre

vattenhalter. Detta innebär att en finare struktur blir viktigare under torra förhållanden för att uppnå en tillfredsställande uppkomst.

När såbädden endast innehåller aggregat som är mindre än 2 mm blir västkornets uppkomst bättre jämfört med när såbädden endast innehåller större aggregat (Håkansson & von Polgár 1977). Heinonen (1979) menar att den optimala aggregatstorleken är 1 mm. Detta eftersom avdunstningen då är låg på grund av liten kapillär ledningsförmåga samt en låg luftomsättning. Då såbotten innehåller minst 5 % växttillgängligt vatten vid sådd kan en god uppkomst förväntas även under torra förhållanden om utsädet täcks av aggregat mindre än 4 mm (Håkansson & von Polgár 1976). Denna nivå på växttillgängligt vatten ses som en miniminivå om uppkomsten ska kunna förväntas bli god.

En normal såbädd består av en blandning av aggregatstorlekar. Enligt Håkansson och von Polgár (1977) har enstaka stora aggregat liten påverkan på groningen så länge det finns små aggregat som fyller ut mellanrummen. De menar att upp till 40 % stora aggregat kan blandas in i såbädden innan avdunstningsskyddet avtar. Om såbädden innehåller en genomsnittlig aggregatstorlek på 3-4 mm ger detta samma förutsättningar som aggregat i renfraktion med diametern 1 mm (Heinonen, 1979).

2.1.2 Sådjup

Rekommenderat sådjup för vårsäd på mellanleror (25-40 % ler) och styva leror (mer än 40 % ler) är 4-6 cm (Kritz, 1983). Kärnan ska placeras på en fuktig såbotten och bearbetningsdjupet bör därför vara det samma som det tänkta sådjupet. Finns risk för skorpbildning är det rekommenderade sådjupet på mellanleror 3-4 cm. Under torra förhållanden kan det krävas en djupare sådd för vårsäd än vad som normalt önskas. Detta för att komma närmare markfukten och därmed gynna groningen. En djupare sådd kan dock ändå resultera i dålig uppkomst då koleoptilen kan utsättas för stora påfrestningar och inte orka upp till markytan. En för djup sådd kan även leda till att reservnäringen inte räcker till för att plantan ska ta sig upp till ytan eller till att den är försvagad vid uppkomst och därmed känsligare för yttre påfrestningar (Kritz, 1983). Vid torra förhållanden har Håkansson & von Polgár (1977) visat på en bättre uppkomst då kärnan har placerats på den fuktiga såbotten även om detta har inneburit djupare sådd. Vid fuktiga förhållanden krävs däremot inte en djup placering, utan god uppkomst uppnås även vid grundare sådd.

Vid jordarter innehållande över 25 % ler hävdar Kritz (1983) att det övre lagret på såbädden oftast har så pass grov struktur att det inte bidrar till något avdunstningsskydd. Han menar därför att 1,5 cm av det översta lagret kan räknas bort som bidragande till avdunstningsskyddet. Det optimala sådjupet är 4 cm under förutsättningar att kärnan är täckt med aggregat mindre än 4 mm, eftersom detta ger ett optimalt avdunstningsskydd (Håkansson & von Polgár 1976). Vid en placering av kärnan på 5,5 cm djup uppnås därmed ett optimalt avdunstningsskydd för vårsäd när lerhalten är över 25 % och de översta 1,5 cm inte räknas som avdunstningsskydd.

2.2 Etablering av höstvete

Det finns fyra faktorer som beror på markförhållandena och som påverkar groningen och uppkomst. Dessa är temperatur, fuktighet, mekaniskt motstånd samt tillgång till luft (Wanjura

et al., 1970). Framförallt de två sistnämnda faktorerna är starkt kopplade till strukturen. Däremot är groning av vete inte i någon större utsträckning beroende av ljus (Evans *et al.*, 1975). För att utsäde av vete ska gro måste temperaturen vara minst mellan 3°C och 5°C medan den optimala temperaturen för groning ligger mellan 15°C och 31°C (Mayer & Poljakoff-Mayber, 1989). Larsson (1961) fann ett samband mellan jordtemperaturen vid 20 cm under markytan och uppkomsttiden. Vid en jordtemperatur på 14°C var uppkomsttiden 5 dagar. För varje grad som temperaturen sjönk ökade uppkomsttiden med en dag och vid lägre temperaturer ökade uppkomsttiden med två dagar för varje grad.

För att möjliggöra groning ska vatteninnehållet i kärnan motsvara minst 35-45 % av kärnans vikt, groningshastigheten ökar med ökat vatteninnehåll (Evans *et al.*, 1975). Avståndet som ett frö tar upp vatten överskrider inte en cm och är oberoende av markens vatteninnehåll (Dasberg, 1971). Det minsta vattentrycket då vete fortfarande kan ta upp vatten och gro är - 0,8 MPa (Fitter & Hay, 2006).

Den maximala längden på koleoptilen är genetiskt förutbestämd. Risken med att så för djupt är att koleoptilen inte når ända upp till ytan och att första bladet börjar utvecklas under markytan. Bladet är inte anpassat för att ta sig genom jorden och tar sig oftast inte igenom markytan utan dör (Kirby, 2002). Från starten av groning fram till dess att det första gröna bladet kommer i kontakt med solljus, är plantan beroende av reservnäringen i endospermet (Evans *et al.*, 1975). Om sådden skett för djupt eller om det mekaniska motståndet är för stort kan därför reservnäringen ta slut innan plantan nått upp till markytan.

Höstvete bör sås grunt för att gynna en snabb uppkomst (Olofsson, 1986). En tidig uppkomst har samband med bra tillväxt på hösten och har även ett positivt samband med skördenivån (McMaster *et al.*, 2002). Höstsäden kan sås grundare jämfört med vårsäden, rekommenderat sådjup är 3-4 cm men dock inte grundare än 2 cm (Mattson *et al.*, 1985). Även Osvald (1959) anger minsta sådjup som 2 cm för vete, samt att sådjupet inte bör överstiga 6 cm.

Håkansson *et al.* (2008) redovisade ett försök utfört år 1968 där sådjup och aggregatstorlekens påverkan på höstvetes uppkomst undersöktes. Sådjupen 2 cm, 4 cm och 6 cm och ytlager med aggregatstorlekarna 2-5 mm, 5-10 mm och 10-25 mm jämfördes. De jämförde även fyra olika packningsvarianter, kärnorna löst lagda eller tryckta mot såbotten och ovältat eller vältat. Det sådjup som gav bäst uppkomst under alla omständigheter var 4 cm och det som gav sämst uppkomst var 6 cm. Förutsättningen för att sådjupet 2 cm skulle ge en bra uppkomst var att ytlagret var täckt med aggregatfraktionen 2-5 mm, de grövre ytlagren gav en avsevärt försämrad uppkomst. Sammanlagt för alla led var det ytfraktionen 2-5 mm som gav bäst uppkomst och sämst uppkomst gav fraktionen med 10-25 mm stora aggregat. Då de olika packningsvarianterna jämfördes visade det sig att det blev en bättre uppkomst då kärnan var tryckt mot såbotten, samt att låta bli att vältat gav bättre uppkomst än att vältat.

En ojämn markyta kan bidra till ett skydd för plantan mot vind, därför behöver såbruket inte vara lika jämt på hösten som den bör vara till vårsådd (Olofsson, 1986). Bölenius (2014) har jämfört bearbetningsintensitetens betydelse för höstveteetablering sedan 2010 på styv lera. Resultaten visar att skördeskillnaden i genomsnitt är mycket små beroende på bearbetningsintensitet. Däremot har det mest intensiva ledet haft lägre skörd de år då höstarna

har varit nedbördsrika. Vilket förklaras av Bölenius (2014) med den ökade risken för igenslamning. På grund av de små skördeskillnaderna anses det intensiva bearbetningsledet inte varit ekonomiskt lönsamt.

Fördelarna med en grov struktur överst i såbädden är att dessa aggregat ger plantan ett skydd mot vind och kyla och ger håligheter där snö fångas upp, som även detta kan ge plantan ett skydd under vintern. Även risken för igenslamning minskas med grövre struktur på ytan. Däremot är det fortfarande av stor vikt att fröet är placerat i gott om finjord med aggregat <2 mm för att få god kontakt med fuktig jord (Mattson *et al.*, 1985). Det finns ett tydligt samband mellan minskad plantetablering då andelen porvolym ökas i såbädden (Atkinson *et al.*, 2009). Detta förklaras av en sämre jordkontakt för fröet och talar för att en grov såbädd ger sämre förutsättningar för groning än en finare såbädd.

2.3 Skottutveckling

Fageria *et al.* (2006) beskriver de skördeuppbyggande faktorer genom att skörden byggs upp av antalet ax, antalet småax, tusenkornsvikt och småaxfyllnad (formel 1).

Formel 1 Skördeuppbyggande faktorer, (Fageria *et al.*, 2006)

$$\text{Skörd, ton/ha} = \text{antalet ax m}^{-2} \times \text{antalet småax per ax} \times \text{TKV, g} \times \text{kärnfyllnad, \%} \times 10^{-5}$$

Ett vanligare sätt för att beräkna den teoretiska skörden är att multiplicera antalet ax, antalet småax per ax, antalet kärnor per småax och tusenkornsvikten (formel 2).

Formel 2 Formel för uträkning av skördepotential

$$\text{Skörd, ton/ha} = \text{antalet ax m}^{-2} \times \text{antalet småax per ax} \times \text{antalet kärnor per småax} \times \text{TKV, g} \times 10^{-5}$$

Samtliga dessa skördeuppbyggande faktorer har en negativ korrelation till varandra, vilket gör att de är svåra att kombinera för att uppnå en högre skörd (Fageria *et al.*, 2006). Med detta menas att skörden inte nödvändigtvis blir högre då en faktor ökas, eftersom det är svårt att öka en faktor utan att en annan minskas. Den faktorn som har störst påverkan på skörden i höstvetes nordligare områden är antalet ax per kvadratmeter (Yngwe, 2010). För att uppnå en hög höstveteskörd behövs 500-600 ax per m² (Olofsson, 1986; Mattson *et al.*, 1985). Ett exempel som åskådliggör detta är att om tusenkornsvikten förutsätts vara den samma, fördubblas skörden då antalet ax per m² ökas från 300 till 600 (Mattson *et al.*, 1985). Utsädesmängden vid normal sådd av höstvete är ca 400 grobara kärnor per m². Vid denna utsädesmängd måste minst varannan planta utveckla ett sidoskott som kommer att bli axbärande om önskad axtäthet ska uppnås. Det som händer om antalet sidoskott blir för stort är att plantan inte klarar av att försörja alla sidoskott och en del av dessa reduceras (Mattson *et al.*, 1985). Detta i sig behöver inte vara negativt då energin i sidoskotten kan omlokaliseras till andra delar av plantan och kan därmed fungera som reservenergi.

Sidoskottsutvecklingen påverkas av såväl genetiska egenskaper som yttre faktorer så som miljö (Fageria *et al.*, 2006). De miljöfaktorer som reglerar utvecklingen av sidoskott är tillgången på ljus, vatten och näringsämnen (Evans *et al.*, 1975; Åfors *et al.*, 1988). Sidoskottsutvecklingen påverkas dessutom av temperaturen och samspelet med

ljusintensiteten. Vid en hög ljusintensitet och hög temperatur sker utvecklingen som snabbast (Olofsson, 1986).

Den relativt korta våren i Mälardalen begränsar plantans möjlighet till sidoskottsutveckling (Mattson *et al.*, 1985). Sidoskottsutvecklingen avslutas eller avtar vanligtvis då plantan går in i stråskjutning. Därför är tiden för sidoskottsutveckling på våren begränsad eftersom tidpunkten för stråskjutningen till största del styrs av dagslängden. Vid en sen vår är risken därför stor att beståndet inte hinner utveckla tillräckligt många sidoskott och beståndet blir glest (Olofsson, 1986). Denna risk minskas om en del av sidoskottsutvecklingen redan skett på hösten.

Vid vilken tidpunkt det första sidoskottet utvecklas beror på sådjupet och temperaturen (Evans *et al.*, 1975). Utvecklingen av sidoskott är energikrävande eftersom sidoskottet är helt beroende av att plantan förser den med kolhydrater och näring. Sidoskottet blir självförsörjande först när den har utvecklat tre egna blad. Under dåliga betingelse, vid till exempel låga temperaturer, kan sidoskottsutvecklingen hämmas medan bladutveckling fortfarande sker (Hay, 1986).

2.4 Såtidpunktens betydelse

Det är sedan tidigare väl känt att såtidpunkten i stor utsträckning påverkar skördepotentialen för höstvete. I canadensiska försök har skördeminskningar på upp till 40 % påvisats då sådden förskjutits från första veckan i september till sent i oktober (McLeod *et al.*, 1992). En tillräckligt lång vegetativ växtperiod resulterar ofta i en hög kärnskörd för vete (Fageria *et al.*, 2006). Under hösten sker endast vegetativ tillväxt för höstvete, vilket då innebär att en tillräckligt lång tillväxtperiod på hösten ger bättre förutsättningar till en hög skörd. En tillräckligt lång tillväxtperiod kan fås genom en lång höst, vilket är svårt att påverka, eller genom att höstvetet sås tidigt och därmed får en längre tillväxtperiod innan vintern.

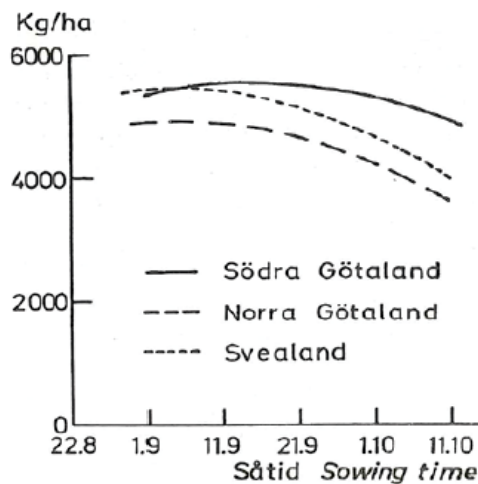
Ett stort antal såtidpunktsförsök har genomförts i landet under de senaste decennierna. Vid 10 försök på fyra platser i landet utförda mellan 1974-1977, undersöktes fyra olika såtider på respektive plats (tabell 1). Resultaten från dessa försök visade att den tidigaste såtidpunkten i medel hade högst skörd medan den senaste såtidpunkten medförde kraftigt minskad skörd (Andersson, 1983). Vid en tidig såtidpunkt tenderar även tusenkornvikten att bli högre (Larsson, 1961).

Tabell 1 Avkastning för höstvete kg/ ha, vid fyra olika såtidpunkter och fyra olika platser i Sverige, 10 försök (Andersson, 1983).

	Såtidpunkt			
	1	2	3	4
Såtidpunkt, medeltal	04-sep	19-sep	04-okt	21-okt
Avkastning, medeltal	5959	-150	-840	-1760

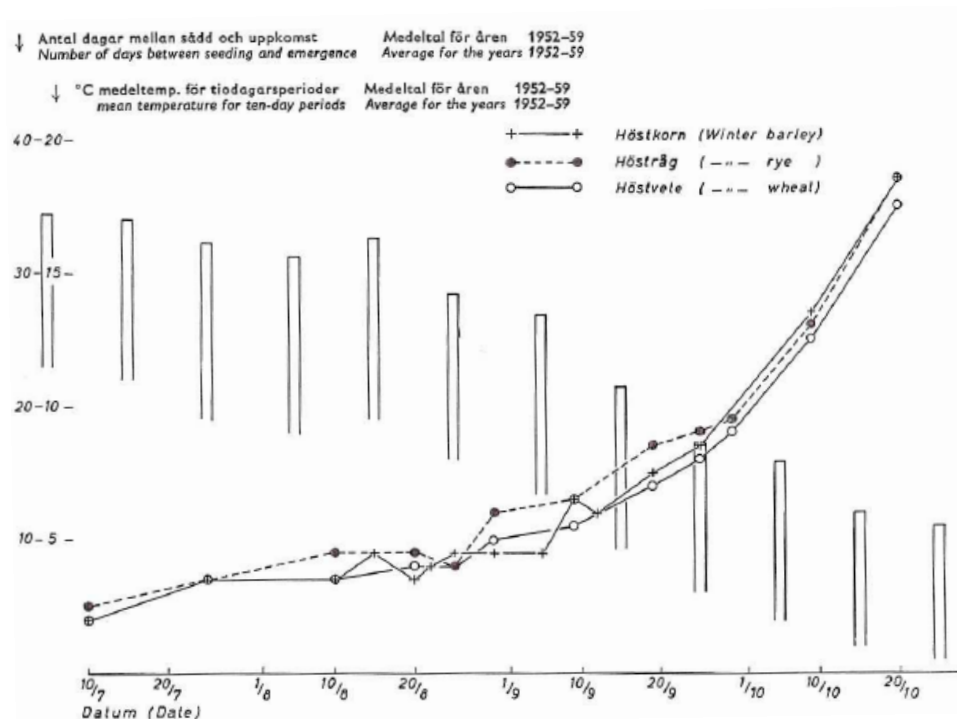
Dessa såtidpunkters påverkan på skörden jämfördes i Södra Götaland, Norra Götaland och Svealand. En tidig sådd hade störst positiv inverkan på skörden i Svealand (figur 1). Det blir även en snabbare negativ påverkan på skörden i Svealand jämfört med de andra områdena, då skörden fördröjs senare än optimal såtidpunkt (Andersson, 1983). Det verkar därmed som att

såtidpunkten har störst betydelse för höstveteskördarna i Svealand. En sammanställning av 93 såtidpunktsförsök visade att höstvete bör sås i perioden 1-15 september i Svealand för att uppnå bäst förutsättningar för hög skördepotential (Andersson, 1983). Liknande såtidpunkt anges av Bengtsson (1983), som hävdar att optimal såtidpunkt för Svealand är 5-15 september.

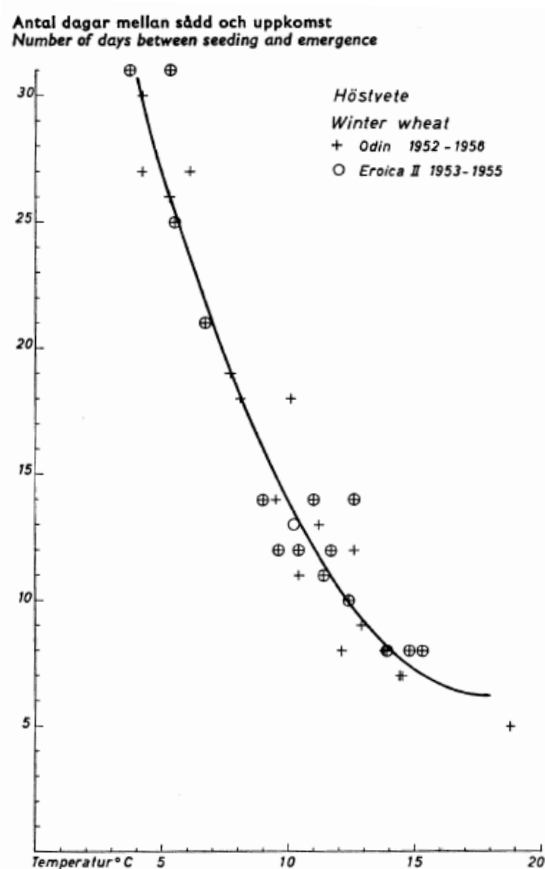


Figur 1. Såtidpunktens inverkan på avkastningen av höstvete i Södra Götaland, Norra Götaland och Svealand (Andersson, 1983).

Såtidpunkten påverkar även tiden för uppkomsten. Det finns samband mellan såtidpunkten och uppkomsttiden (figur 2). Vid sådd av höstvete efter 10 september ökar uppkomsttiden nästan exponentiellt (Larsson, 1961). Anledningen till att det tar längre tid för höstsäden att komma upp vid sen sådd, jämförelse vid tidig, beror främst på sjunkande temperaturer. Det finns ett tydligt samband mellan temperatur och uppkomsttid (figur 3). Vid lägre temperaturer tar det längre tid för höstvete att komma upp. Även efter uppkomsten är temperaturen avgörande för tillväxt och skottutveckling (Larsson, 1961).



Figur 2. Samband mellan uppkomsttid och datum för sådd under åren 1952-1959 samt medeltemperaturen för tiodagarsperioder under juli-oktober motsvarande år (Larsson, 1961).



Figur 3. Sambandet mellan uppkomsttid för höstvele och temperatur (Larsson, 1961).

En tidig sådd är inte odelat positiv, utan kan medföra en rad negativa konsekvenser. Negativa aspekter med tidig sådd är ökad risk för olika skadegörare till exempel svampar som orsakar

problem med övervintring, fritfluga och randig dvärgstrit som sprider vetedvärgsjuka (Larsson, 1961). Orsaken till att risken ökar för skador av övervintringssvampar är att tidigt sådda bestånd ofta innebär att grödan, men även ogräsen, hinner tillväxa och bilda kraftiga bestånd vilket gynnar utvecklingen av utvintringssvampar (Olvång, 1999). För att minska risken för insektsangrepp rekommenderas sådd efter 10 september i Mälardalen. Då minskas risken att höstvetet befinner sig i ett känsligt utvecklingsstadium då insekterna är aktiva.

Om sjukdomar på olika sätt kan förhindras, bör en tidig sådd kunna ge bättre förutsättningar till en högre skörd jämfört med en sådd i normal tid (Bengtsson, 1983). Angrepp av insekter är delvis årsbetingat men skiljer sig även mellan olika områden. Skador från insekter kan enkelt förhindras vid behov genom behandling med insekticid. Risken för snömögelangrepp förebyggs genom att på hösten använda en fungicid, så kallad broddbehandling. I försök med höstvete, som redovisas av Bengtsson (1983), jämfördes avkastningen mellan fyra olika såtidpunkter, med och utan broddbehandling. Resultaten visade att broddbehandlingen hade störst effekt vid de tidiga såtidpunkterna, samt att skörden av höstvete för samma såtidpunkt alltid var bättre för de broddbehandlade leden. Med dessa resultat som grund menar han att om broddbehandling genomförs, kan höstvete i Svealand sås 5-10 dagar tidigare jämfört med vad som annars skulle vara optimal såtidpunkt.

Hanteras riskerna med tidig sådd är vinsterna större eftersom tidig sådd medför fördelar som är svåra att kompensera med någon annan insats. Exempelvis har såtidpunkten en stor påverkan på höstvetets övervintring. Vid för tidig sådd drabbas beståndet visserligen i större utsträckning av sjukdomar, men en för sen sådd kan istället leda till köld- och uppfrysningsskador (Andersson, 1983). Vinterhärddningen styrs främst av låga temperaturer, härddningen är en metabolisk process som kräver energi från fotosyntesen eller i form av reservnärning från plantan (Gusta, 1986). Detta innebär att kraftiga plantor som innehåller mer energi klarar av vinterhärddningen bättre. Köldhärddigheten påverkas därför av såtidpunkten. Ett tidigt sått vete hinner bli kraftigare och är köldhärddigare och klarar dessa påfrestningar bättre än ett sent sått vete (Larsson, 1961; Mattson *et al.*, 1985).

Oberoende av såtidpunkt, drabbas glesa bestånd och svaga plantor i större utsträckning av uppfrysning jämfört med kraftiga bestånd. Men genom att etablera höstvete tidigt minskar risken att plantan inte hinner utvecklas ordentligt innan vintern och därmed minskas även risken för uppfrysning (Olofsson, 1986). Tidigt sådda plantor som har hunnit bli kraftiga är mindre känsliga för uppfrysning jämfört med sent sådda plantor (Mattson *et al.*, 1985). En förklaring till att beståndets täthet spelar roll är att temperaturväxlingar som orsakar uppfrysning sker långsammare i ett tätt bestånd som isolerar bättre (Larsson, 1961).

År med stora utvintringar av höstsäd är den vanligaste utvintringsorsaken angrepp av utvintringssvampar så som snömögel och trådklubba. Dessa utvintringssvampar trivs bäst i ett frodigt och fuktigt bestånd, vilket innebär att sannolikheten för skador är större i ett höstvete som är sått tidigt, då det generellt hinner tillväxa mer under hösten (Olofsson, 1986). Vid angrepp av utvintringssvampar blir plantan mer känslig för köld och uppfrysningsskador. Dock är känsligheten fortfarande mindre jämfört med en sent sådd planta som utsätts för köld och uppfrysning (Olofsson, 1986).

3 Material och metod

Arbetet är begränsat till att undersöka höstveteteablering i Mälardalen och är inriktat att undersöka faktorer som påverkar uppkomsten och skottutvecklingen. Faktorer som undersöktes var sådjup, aggregatstorleksfördelning, växttillgängligt vatten, jordart och mullhalt, även övervintringen har undersökts.

Den praktiska delen av arbetet är uppdelat i två delar, dels en odlarstudie och dels ett fältförsök. Odlarstudien gjordes för att ta reda på hur höstvetesådden går till hos lantbrukarna och vilka faktorer som kan tänkas vara begränsande för uppkomst, skottutveckling och övervintring, samt att se vilken variation det finns mellan gårdar. Eftersom förutsättningarna skiljer mellan gårdarna, vilket kan påverka resultaten, genomfördes även ett fältförsök med syfte att undersöka hur sådjupet påverkar uppkomsten. Leden i fältförsöket har samma förutsättningar och resultaten blir därför mer jämförbara än resultaten hos lantbrukarna. Den statistiska analysen på resultaten genomfördes med regressionsanalys i programmet JMP.

3.1 Väder

Väderdata är sammanställd från väderstationer i Uppsala, Enköping och Västerås (Bilaga 1). För lantbrukarna är väderdata sammanställd för den väderstation som låg närmast det aktuella fältet. Trots försök att få så korrekt data som möjligt för de enskilda fälten kan nederbörden ändå skilja sig åt mellan väderstationen och fältet. Framförallt åskskurar, som kan vara mycket lokala, gör det svårt att värdera trovärdigheten i nederbördsmängden.

3.2 Odlarstudie

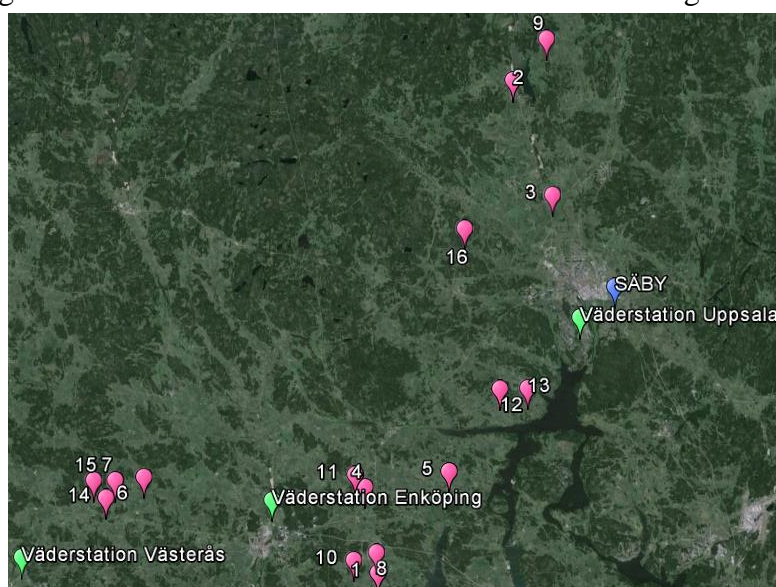
Syftet med odlarstudien var att få insyn i hur höstvetesådden brukar genomföras hos lantbrukarna. Försöket startades genom att ett antal lantbrukare kontaktades och tillfrågades om de ville ingå i

undersökningen. Målet var att få tag på 16 lantbrukare där hälften skulle etablera höstvete efter plöjning och resterande efter reducerad bearbetning.

Vid urvalet eftersträvades lantbrukare som skilde sig vad gällande odlingsinriktning men som hade liknande jordart och klimatförutsättningar.

Lantbrukarna var lokaliserade kring Uppsala och Enköping (figur 4). Vad gällande förfrukt togs ingen hänsyn till denna, förutom att skiften med

reducerad bearbetning med höstvete efter höstvete valdes bort. Detta på grund av stora svårigheter att bedöma uppkomsten. Även fält som skulle sås med tidiga höstvetesorter valdes bort för att inte skillnader i sorter skulle påverka resultaten för mycket. För övrigt valdes det skifte hos varje lantbrukare som såddes dagen då såbäddsundersökningen passade att utföras.



Figur 4. Den geografiska fördelningen av gårdarna som ingick i odlarstudien samt placeringen av sådjupsförsöket och väderstationerna.

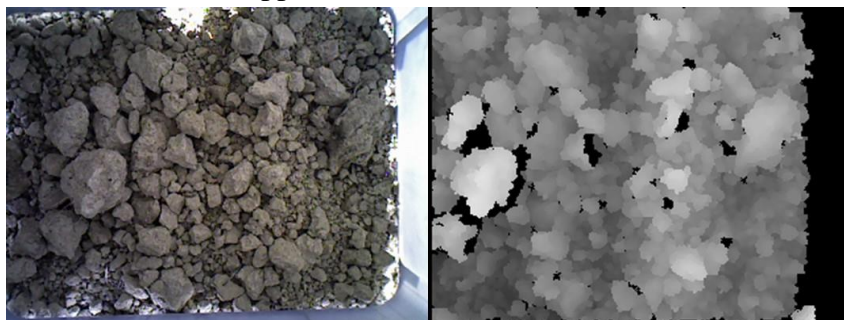
Information om skördenivåer valdes att inte samlas in från lantbrukarna eftersom resultaten ansågs kunna bli för otillförlitliga. Dels är det svårt att få jämförbara värden för skörd och dels så påverkas skörden mer av andra faktorer, till exempel gödsling och växtskyddsinsatser, än vad den gör av sådjupet. Lantbrukarna anonymiserades genom nummerkodning, kodningen är gjord i den ordningen som lantbrukarna sådde.

3.2.1 Såbäddsundersökning

Såbäddsundersökningarna påbörjades 8 september och avslutades 19 september 2014.

Såbäddsundersökningen genomfördes hos 16 lantbrukare och med två upprepningar på varje fält. Undersökningsplatsen på skiftet förlades på en plats som var representativt för fältet och på ett behörigt avstånd från vändtegen. Såbäddsundersökningen genomfördes så nära efter sådden som möjligt, för att strukturen på såbädden vid såtillfället skulle kunna undersökas. I de flesta fall utfördes såbäddsundersökningen samma dag som sådden.

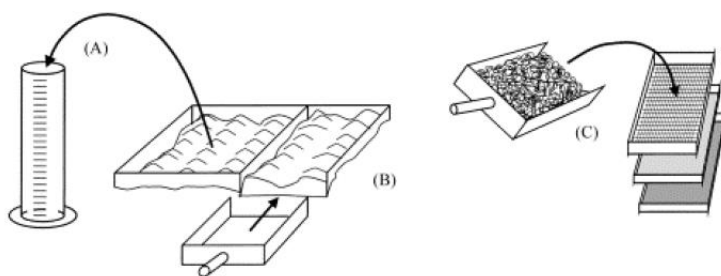
Vid såbäddsundersökningen togs även kort på den övre delen av såbädden med hjälp av en 3D-kamera (figur 5). Bilder tagna med 3D-kamera finns för alla fälten men kommer inte att redovisas i denna rapport.



Figur 5. Till vänster en analog bild av såbäddsytan. Till höger samma yta men bilden är tagen med 3D-kamera.

Såbäddsundersökningen genomfördes på samma plats där bilderna med 3D-kameran tagits, detta för att kunna möjliggöra jämförelse mellan bilder och såbäddsundersökningen.

Såbäddsundersökningen genomfördes enligt ett protokoll utformat för att passa försöksupplägget. Figur 6 illustrerar genomförandet. Först mättes markytans högsta och lägsta punkt i förhållande till en utlagd metallrams överkant. Jorden togs bort och bearbetningsdjupet kunde uppskattas, samt bearbetningsbottens högsta och lägsta punkt. Jorden sållades i 7 olika såll för att bestämma grovleken på aggregaten i såbädden. Jorden sållades i fraktionerna <2 mm, 2-4 mm, 4-8 mm, 8-16 mm, 16-32 mm, 32-64 mm och > 64 mm. Detta gjordes i två olika lager. Lager 1 innehöll den översta delen av såbädden som bilden från 3D-kameran antogs fått med, lager 2 innehöll resterande del av såbädden ner till såbotten. Antalet kärnor räknades i de båda lagren samt sådjupet. Vattenhaltsprover togs från lager 1 och 2 samt från såbotten. Jordprov togs från platsen för jordartsanalys.



Figur 6. Illustration av utförandet av såbäddsundersökningen. A mätcylinder, B stålram, C skiktscopa (Håkansson, 2002).

Vattenhalten bestämdes på laboratoriet på Ultuna. Analysen utfördes genom att burkar först vägdes tomma och sedan med jordprovet. Proverna placerades i en ugn med temperaturen 105 °C under 4 dygn. Därefter vägdes proverna igen och vattenhalten räknades ut. Den fysikaliska vissningsgränsen bestämdes på laboratoriet och tillsammans med vattenhalten kunde andelen växttillgängligt vatten räknas ut. Jordarten bestämdes genom sedimentationsmetod.

3.2.2 Uppkomst

En vecka efter såbäddsundersökningen påbörjades räkningen av uppkomsten. Uppkomsten räknades med hjälp av en stålram med måtten 0,5 m * 0,5 m. Rutorna där uppkomsten räknades placerades på slumpmässig plats i närheten av platserna där såbäddsundersökningarna hade utförts. Hos varje lantbrukare räknades totalt 6 stycken rutor, fördelat med 3 rutor på respektive upprepning. Pinnar sattes upp i varje hörn av ramen för att räkningen skulle ske på samma plats varje gång. Räkningen upprepades varannan dag minst till dess att 50 % av plantorna med säkerhet hade kommit upp. Gränsen för 50 % uppkomna plantor bedömdes vara då minst 50 plantor hade kommit upp i stålramen med ytan 0,25 m². Två till tre veckor efter avslutad räkning, räknades antalet plantor ytterligare en gång för att bestämma den slutgiltiga uppkomsten.

3.2.3 Sådjup

Sådjupet bestämdes i månadsskiftet november/ december. Detta gjordes genom att gräva upp plantorna och mäta den vita delen av skottet. På varje fält mättes 30 plantor fördelat på 15 plantor på var och en av de två upprepningarna.

3.2.4 Skottutveckling

Skottutvecklingen bestämdes genom att räkna antalet skott (inkl. huvudskott) som plantan hade hunnit utveckla innan vintern. Samma plantor användes till att bestämma antalet skott som hade använts till att bestämma sådjupet. För att avgränsa vad som skulle räknas som ett sidoskott, räknades endast de sidoskott som var tydligt synliga utan att dra isär plantan. På varje plats räknades skotten på 30 plantor fördelat på 15 plantor på var och en av de två upprepningarna.

3.2.5 Övervintring

Antalet plantor som hade överlevt vintern räknades 11-12 april 2015. Detta gjordes i samma 6 rutor där uppkomsten hade bestämts.

3.3 Sådjupsförsök

För att komplettera odlarstudien lades ett försök ut på Säby i Uppsala. Syftet med försöket var att undersöka sådjupets betydelse för uppkomsten i ett försök där alla led har samma förutsättningar. Försöket bestod av tre led med fyra upprepningar av sådjupen 2 cm, 4 cm och 6 cm (figur 7). För att få rätt sådjup hade försöket harvats till det önskade djupet och sedan användes en Rapid för sådden. Försöket såddes 17 september med sorten Olivin och utsädesmängden var 204 kg/ha. Såbäddsundersökning, räkning av uppkomst, sådjup, räkning av skott samt övervintring utfördes på samma sätt som hos lantbrukarna. Såbäddsundersökningen genomfördes med två upprepningar på fältet vid sidan av försöket. Räkning av uppkomst och övervintring gjordes på 4 platser per ruta och 30 stycken plantor per upprepning användes vid sådjupsbestämningen och räkningen av antalet skott. Sådjupsförsöket skördades i augusti 2015.

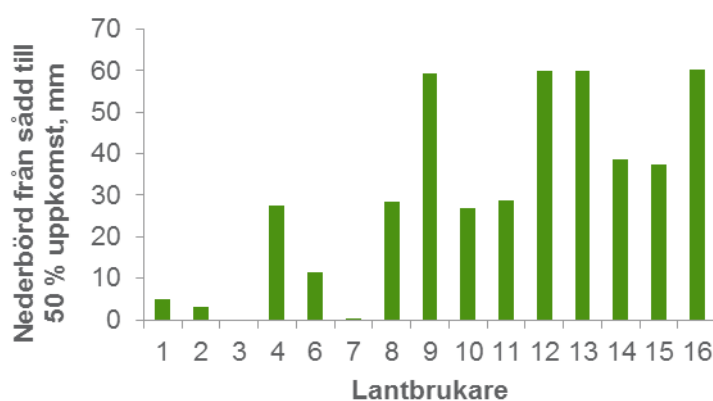
A	B	C	C	B	A	B	C	A	C	A	B
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Figur 7. Försöksupplägg för sådjupsförsöket, A= 2 cm, B = 4 cm, C = 6 cm.

4 Resultat

4.1 Väder

Den totala nederbörden från sådatum fram till dess att 50 % av plantorna var uppe för de olika fälten, redovisas i figur 8. Nederbördsmängden varierade stort mellan de olika fälten. De som sådde i början av perioden fick lite nederbörd medan de som sådde i slutet fick betydligt mer. Detta verkar inte spelat någon stor roll för uppkomsten. De fält som är sådda tidigt har kommit upp snabbare trots liten nederbördsmängd.



Figur 8. Total nederbörd från sådd fram till 50 % uppkomst av höstveten för varje enskild lantbrukare.

4.2 Odlarstudie

I detta avsnitt redovisas resultaten från undersökningarna hos lantbrukarna. Signifikansnivån anges i figurerna. Uppkomstresultaten från fält nummer 5 skiljde sig stort från de övriga fälten. Alla resultat från fält nummer 5, förutom de som är med i jämförelsen mellan plöjt och kultiverat, har därför plockats bort och redovisas inte. Information om grundförutsättningarna, såbäddsberedningen samt utsädesmängd för fälten finns i Bilaga 2.

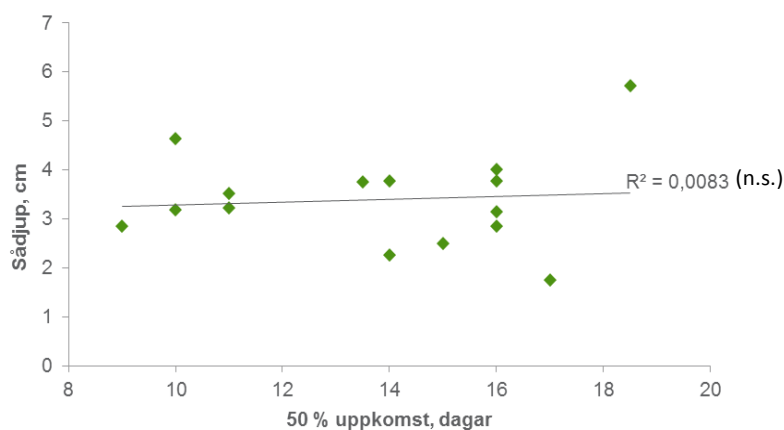
4.2.1 Uppkomst och skottutveckling

I tabell 2 redovisas resultaten för uppkomst, sådjup, antal skott, övervintring och skörd för lantbrukarna. Lantbrukarna är numrerade i den ordningen som sådden är gjord. Första fältet såddes 8 september och det sista 19 september.

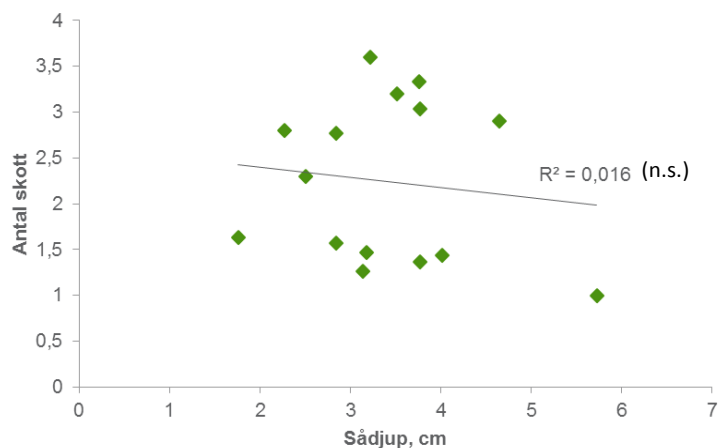
Tabell 2 Uppkomst, sådjup, antal skott och övervintring hos höstvetete för 15 lantbrukare

Lantbrukare	Sådatum	Antalet dagar till 50 % uppkomst	Sådjup, cm	Antal skott	Övervintring, %
1.	8 sept.	11	3,2	3,6	111
2.	9 sept.	10	4,7	2,9	94
3.	10 sept.	10	3,2	1,5	82
4.	10 sept.	14	3,8	3,0	87
6.	10 sept.	11	3,5	3,2	113
7.	11 sept.	9	2,9	2,8	102
8.	15 sept.	13,5	3,8	3,3	126
9.	15 sept.	14	2,3	2,8	117
10.	17 sept.	15	2,5	2,3	98
11.	17 sept.	16	3,8	1,4	78
12.	18 sept.	16	4,0	1,4	91
13.	18 sept.	16	3,1	1,3	85
14.	18 sept.	18,5	5,7	1,0	81
15.	18 sept.	16	2,9	1,6	101
16.	19 sept.	17	1,8	1,6	105

I odlarstudien fanns det inget samband mellan sådjupet och antalet dagar tills 50 % av plantorna hade kommit upp (figur 9). Det fanns heller inget samband mellan sådjupet och hur många sidoskott höstveteteplantan utvecklade under hösten (figur 10).

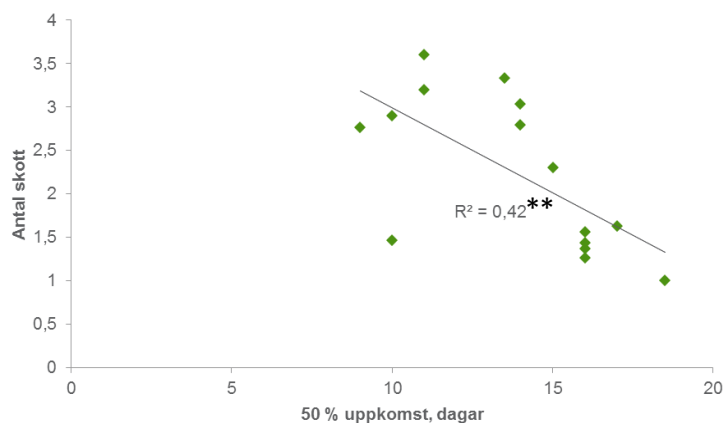


Figur 9. Sådjupets påverkan på uppkomsthastigheten, mätt i antalet dagar det tar för 50 % av höstveteteplantorna att komma upp.



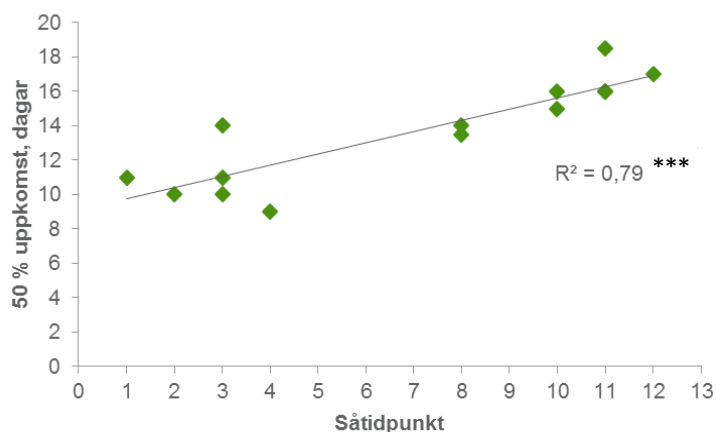
Figur 10. Sådjupets påverkan på hur många skott höstvetepplantan hinner utveckla under hösten.

Det finns ett samband mellan antalet dagar det tog för 50 % av plantorna att komma upp och hur många skott plantan utvecklade (figur 11). Ju snabbare plantorna kom upp desto fler sidoskott hann de utveckla innan vintern.



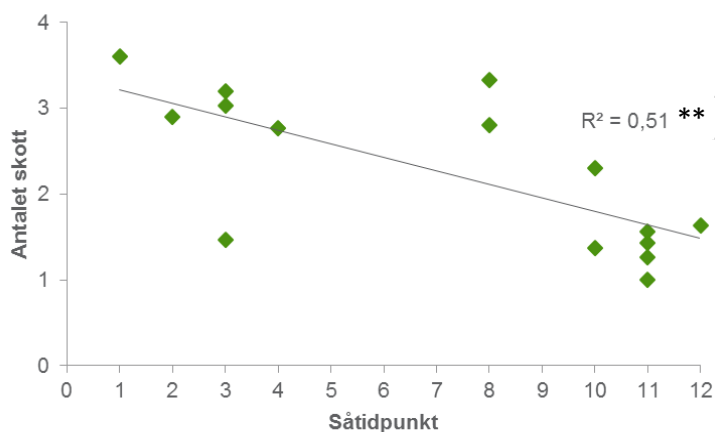
Figur 11. Uppkomsthastighetens påverkan på antalet skott höstvetepplantan hinner utveckla under hösten.

Det var en tidsskillnad på 11 dagar mellan det fält som såddes först och det som såddes sist. Tidsaspekten spelade stor roll för uppkomsten. De fält som var sådda vid de tidiga såtidpunkterna kom upp snabbare än vad fälten gjorde som var sådda senare (figur 12).



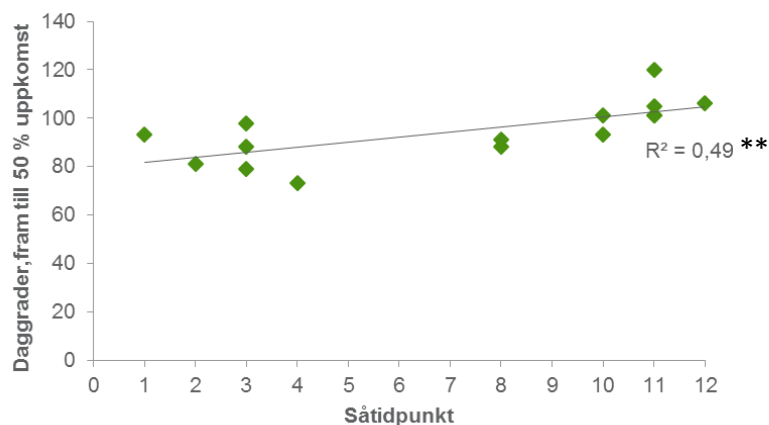
Figur 12. Såtidpunktens påverkan på uppkomsthastigheten hos höstvete, mätt i antalet dagar det tar för 50 % av plantorna att komma upp.

Då uppkomsthastigheten påverkade skottutvecklingen borde det även finnas ett samband mellan såtidpunkt och skottutvecklingen eftersom såtidpunkten har ett samband med uppkomsten. Detta bekräftades av figur 13.



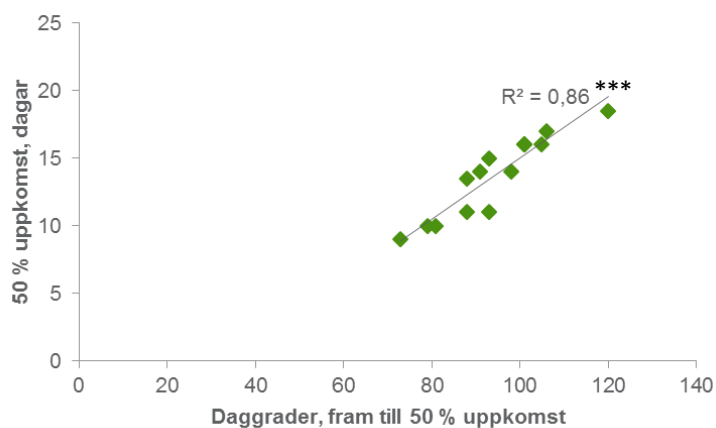
Figur 13. Såtidpunktens påverkan på antalet skott höstveteplantan hinner utveckla under hösten.

För varje dag som går på hösten blir temperatursumman lägre, vilket påverkar uppkomsten. Vid en lägre temperatur tar det längre tid för höstvetet att komma upp. För att ta bort effekten av såtidpunkten jämfördes såtidpunkten med daggraderna från sådd till dagen då 50 % av plantorna hade kommit upp (figur 14). Det krävs en högre temperatursumma för att 50 % av plantorna ska komma upp vid en senare såtidpunkt jämfört med en tidigare.



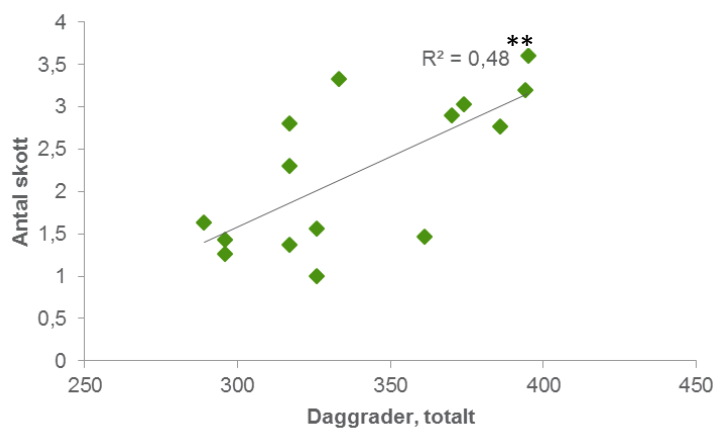
Figur 14. Såtidpunktens påverkan på summan av daggrader till 50 % uppkomst av höstvet.

Det fanns ett starkt samband mellan antalet dagar till 50 % uppkomst och summan av daggraderna från sådd till dagen då 50 % av plantorna hade kommit upp (figur 15). Därför kan antalet dagar till 50 % uppkomst och daggrader likställas. De fält som kom upp långsammare krävde en högre temperatursumma jämfört med de som kom upp fortare. Vilket innebär att det inte bara är temperaturen som påverkar uppkomsthastigheten.



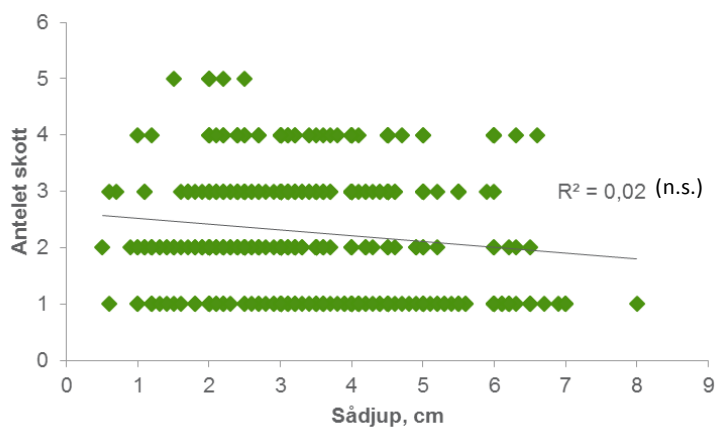
Figur 15. Summan av daggrader fram till 50 % uppkomst av höstvet.

I figur 16 är antalet daggrader för varje lantbrukare summerat från sådd fram till 26 december 2014. Det fanns ett samband mellan temperatursumman och antalet skott plantan har utvecklat. Ju högre temperatursumman var desto fler skott har höstvetepplantan hunnit utveckla under hösten.



Figur 16. Antal skott hos höstvetete och totala daggrader från sådd fram till vintern.

De individuella plantornas sådjup varierade mycket men inte ens när denna variation togs med i analysen fanns det något samband mellan sådjup och antal skott som hinner utvecklas under hösten (figur 17).



Figur 17. Sådjupet och skottutvecklingens samband då detta jämförs för varje individuell höstvetaplanta.

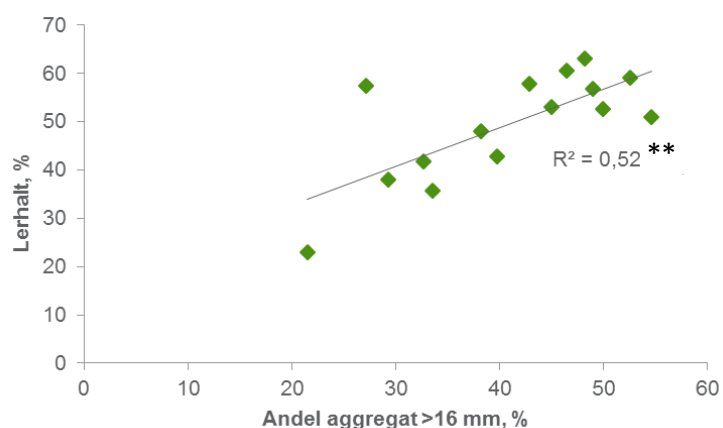
4.2.2 Såbäddens egenskaper

Resultaten för aggregatfördelningen, lerhalt, mullhalt och andelen växttillgängligt vatten för 15 fält finns redovisade i tabell 3. Andelen växttillgängligt vatten i såbotten var låg eller mycket låg på alla fälten.

Tabell 3 Resultat för struktur, lerhalt, mullhalt och växttillgängligt vatten hos 15 lantbrukare

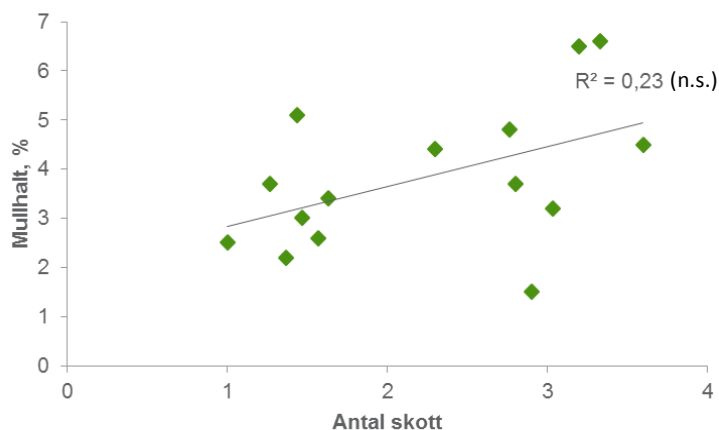
Lantbrukare	Aggregatstorleksfördelning, %			Lerhalt, %	Mullhalt, %	Växttillgängligt vatten, vikt-%		
	>64-16 mm	16-4 mm	4-<2 mm			Lager 1	Lager 2	Såbotten
1.	55	31	14	50,9	4,5	0,0	0,0	1,5
2.	22	31	47	22,9	1,5	0,4	2,3	6,5
3.	29	32	39	38,0	3,0	0,0	1,5	4,8
4.	38	35	27	48,0	3,2	0,0	0,4	5,6
6.	49	24	27	56,8	6,5	0,0	0,8	1,9
7.	27	32	40	57,4	4,8	0,0	0,0	1,6
8.	43	24	34	57,9	6,6	0,0	0,0	0,5
9.	34	35	31	35,7	3,7	0,0	0,0	5,6
10.	47	30	23	60,6	4,4	0,0	0,0	0,0
11.	40	27	33	42,8	2,2	0,0	0,0	3,2
12.	45	30	25	53,0	5,1	0,0	0,0	4,0
13.	50	26	24	52,7	3,7	0,0	0,0	3,6
14.	33	34	33	41,7	2,5	0,0	0,0	4,7
15.	53	28	19	59,1	2,6	0,0	0,0	0,0
16.	48	31	21	63,1	3,4	0,0	0,0	0,0

Lerhalten hade inget samband med uppkomsten eller med skottutvecklingen. Däremot finns ett samband med aggregatstorleken (figur 18). Vid högre lerhalt innehöll såbädden högre andel av aggregat som är > 16 mm.



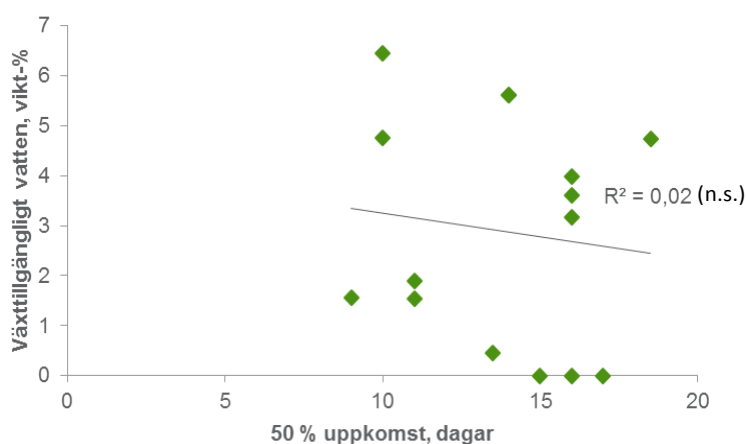
Figur 18. Lerhaltens påverkan på hur stor andel av aggregaten i såbädden som är >16 mm.

Mullhalten hade inget samband med uppkomsten och inte heller med hur många skott som hinner utvecklas under hösten (figur 19).



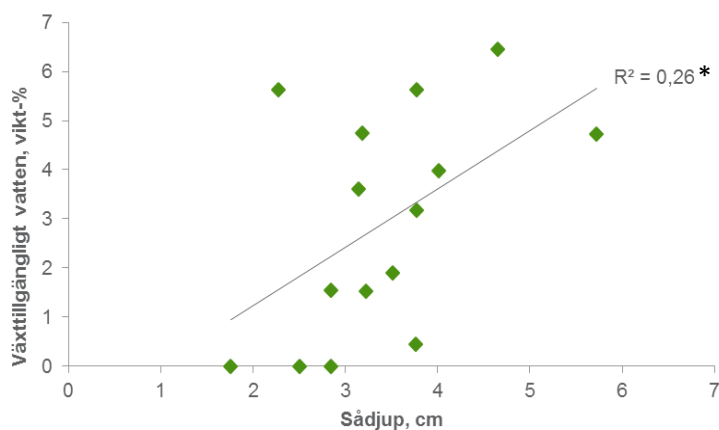
Figur 19. Mullhaltens påverkan på hur många skott hos höstveten som hinner utvecklas under hösten.

Generellt var andelen växttillgängligt vatten i såbotten lågt och även obefintlig på några platser. Trots detta verkar det inte ha någon betydelse för uppkomsten. Det fanns inget samband mellan andelen växttillgängligt vatten och antalet dagar till 50 % av plantorna har kommit upp (figur 20).



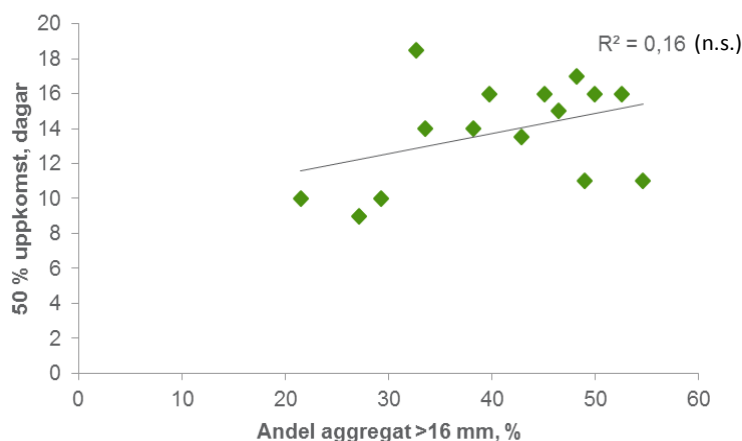
Figur 20. Det växttillgängliga vattnets påverkan på uppkomsthastigheten hos höstveten, mätt i antalet dagar det tar för 50 % av plantorna att komma upp.

Trots att andelen växttillgängligt vatten i såbotten var mycket låg på de flesta fälten finns det ändå ett samband mellan sådjupet och vatten halten (figur 21). Där det var sått djupare är även andelen växttillgängligt vatten högre.

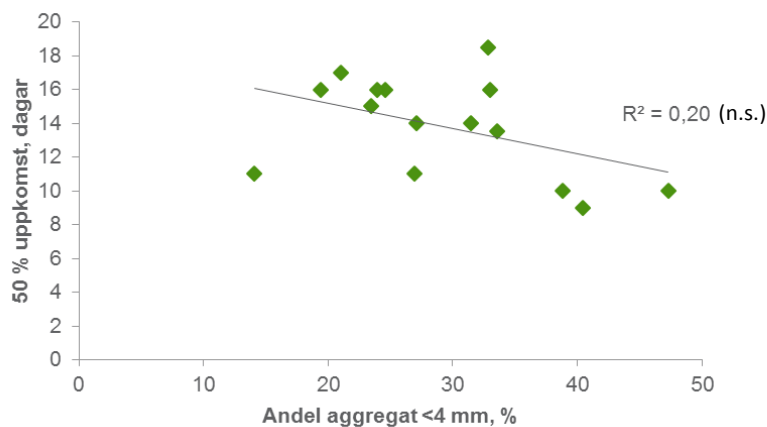


Figur 21. Andelen växttillgängligt vatten i såbotten för varje sådjup.

Det finns inget samband mellan antalet dagar det tar för 50 % av plantorna att komma upp och hur stor andel såbädden innehåller av aggregat >16 mm (figur 22). Det samma gäller då uppkomsten jämförs med hur stor andel såbädden innehåller av aggregat <4 mm (figur 23). Inte heller då varje enskild fraktion jämförs med uppkomsten finns det någon signifikant skillnad.



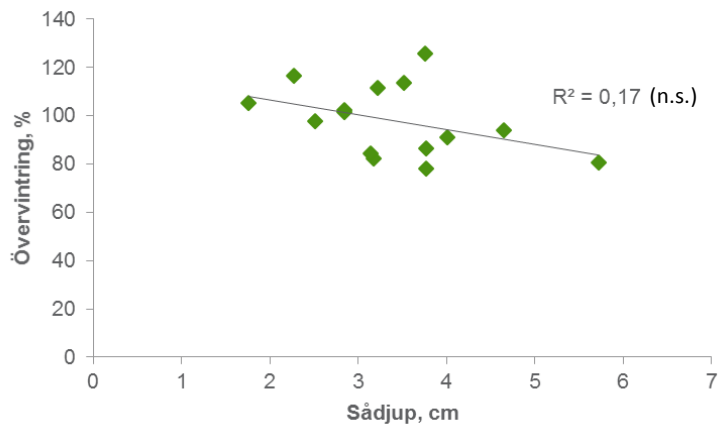
Figur 22. Sambandet mellan andelen aggregat >16 mm i såbädden och uppkomsthastigheten, mätt i antalet dagar det tar för 50 % av höstvetepantorna att komma upp.



Figur 23. Sambandet mellan andelen aggregat <4 mm i såbädden och uppkomsthastigheten, mätt i antalet dagar det tar för 50 % av höstvetepantorna att komma upp.

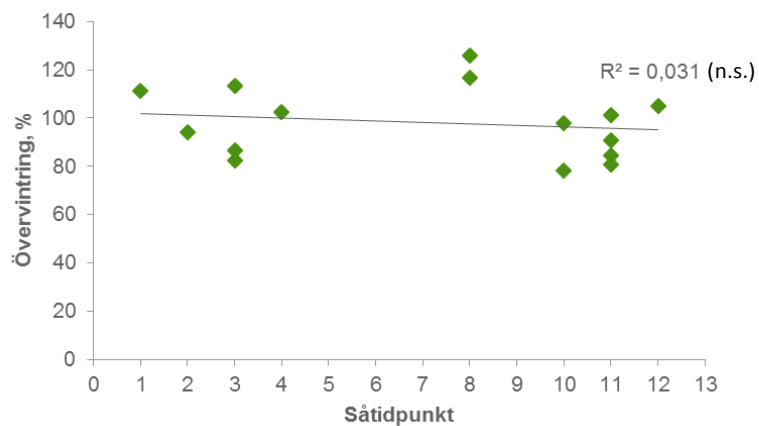
4.2.3 Övervintring

Olika faktorer jämfördes med övervintringen för att utreda vilka som var av betydelse. Det finns inget samband mellan sådjupet och övervintringen (figur 24).

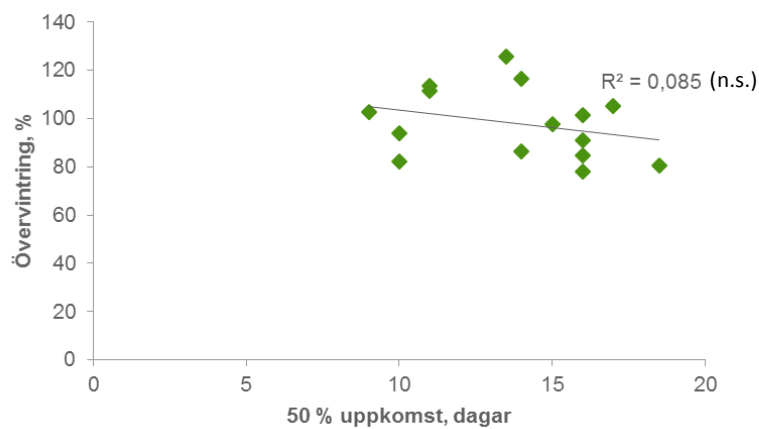


Figur 24. Sådjupets påverkan på övervintringen hos höstvet.

Såtidpunkten och uppkomsthastigheten hade inget samband med övervintringen (figur 25 och 26).

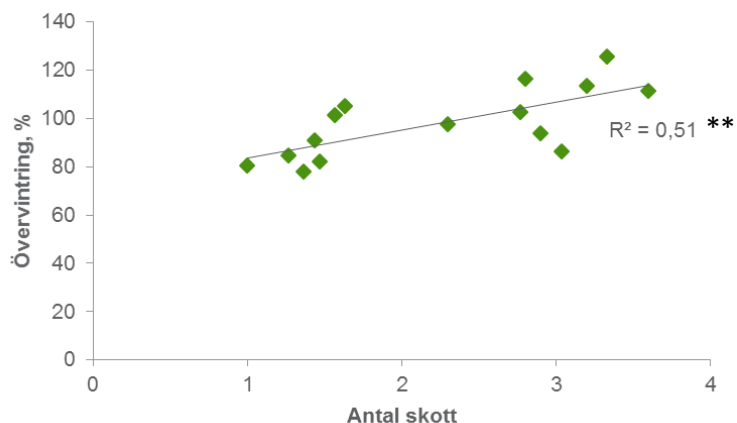


Figur 25. Såtidpunktens påverkan på övervintringen hos höstvet.



Figur 26. Uppkomsthastighetens påverkan på övervintringen hos höstvet.

Det som verkar ha påverkat övervintringen i störst utsträckning är antalet skott (figur 27). De plantor som utvecklar fler skott innan vintern hade bättre övervintring.



Figur 27. Sambandet mellan antalet skott som utvecklats under hösten och övervintringen hos höstvet.

4.2.4 Jämförelse mellan plöjt och kultiverat

I tabell 4 och 5 redovisas resultaten för odlarstudien där resultaten är fördelat på plöjd och kultiverad bearbetning. Det finns små skillnader mellan de olika bearbetningarna, dock finns det inga skillnader mellan bearbetningarna som är signifikanta.

Tabell 4 Resultat för antalet dagar tills 50 % uppkomst, sådjup, antal skott, växttillgängligt vatten i såbädden och övervintring för plöjda och kultiverade fält

	Antal dagar till 50 % uppkomst	Sådjup, cm	Antal skott	Växttillgängligt vatten, vikt-%			Övervintring, %
				Lager 1	Lager 2	Såbotten	
Plöjt	14,8	3,0	2,4	0,043	0,47	2,3	99
Kultiverat	14,3	3,8	2,2	0,00	0,16	3,1	95

Tabell 5 Resultat för aggregatfördelningen i såbädden uppdelat för plöjt och kultiverat

	Aggregatstorleksfördelning		>64 mm, %	64-32 mm, %	32-16 mm, %	16-8 mm, %	8-4 mm, %	4-2 mm, %	<2 mm, %
	Andel grovjord, % (>64-16 mm)	Andel finjord, % (4-<2 mm)							
Plöjt	41	27	1	14	26	22	10	13	14
Kultiverat	41	30	0	17	24	20	10	14	17

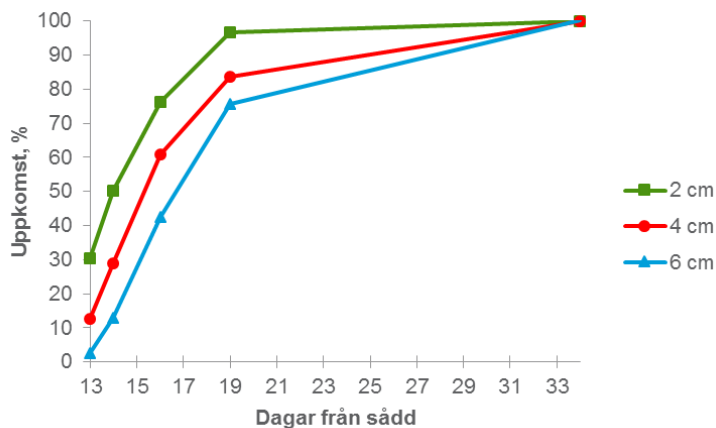
4.3 Sådjupsförsök

Resultaten från sådjupsförsöket i Säby redovisas i tabell 6. Resultaten visar antalet dagar tills 50 % av plantorna hade kommit upp, det verkliga sådjupet, hur många skott (inkl. huvudskott) plantan hade utvecklat innan vintern, hur många procent av plantorna som hade övervintrat samt skörd för de olika leden A= 2 cm, B= 4 cm och C= 6 cm. Lerhalten i sådjupsförsöket var 22,4 %.

Tabell 6. Resultat från uppkomst, sådjup, antal skott, övervintring och skörd för sådjupsförsöket på Säby, i parentes finns signifikansgruppen

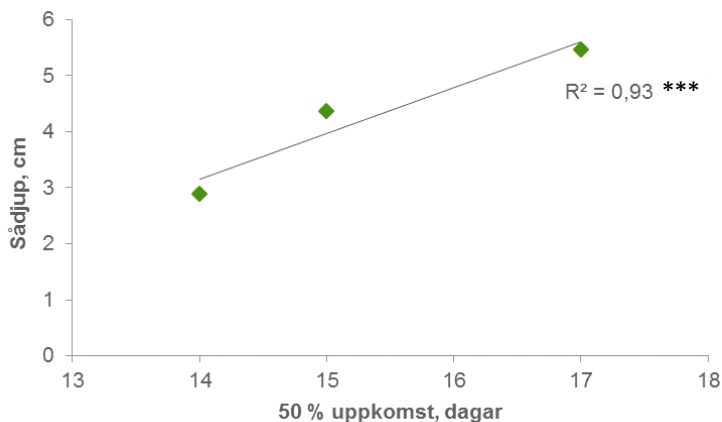
Led	Antalet dagar till 50 % uppkomst	Sådjup, cm	Antal skott	Övervintring, %	Skörd, kg/ha
A= 2 cm	14 (c)	2,89 (c)	1,33 (a)	93 (a)	8120 (a)
B= 4 cm	15 (b)	4,36 (b)	1,13 (b)	84 (ab)	8340 (a)
C= 6 cm	17 (a)	5,47 (a)	1,08 (b)	81 (b)	8240 (a)

Då uppkomsthastigheten mättes för de tre olika leden visade det sig att det grundast sådda A-ledet (2 cm) kom upp snabbast och längst tid tog det för det djupast sådda C-ledet (6 cm). För A-ledet tog det 14 dagar för 50 % av plantorna att komma upp, för B-ledet tog det 15 dagar för 50 % av plantorna att komma upp och för C-ledet tog det 17 dagar för 50 % av plantorna att komma upp (figur 28). Vid räkningen 21 oktober, skiljde det inget mellan leden i antalet slutgiltigt uppkomna plantor.



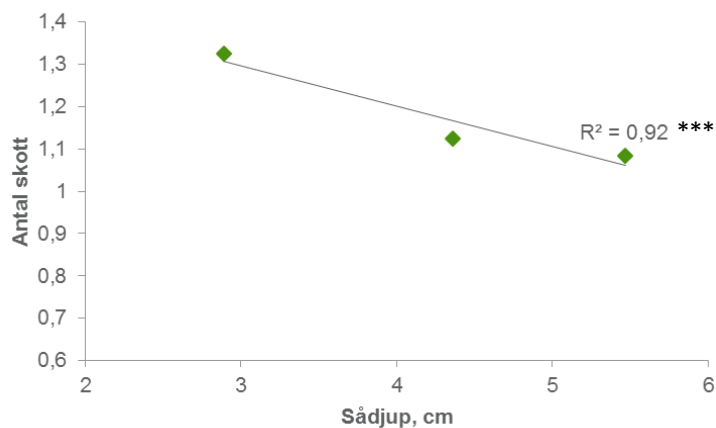
Figur 28. Andelen uppkomna höstvetepantor för leden A=2 cm, B=4 cm och C=6 cm mätt i antalet dagar från sådd.

Antalet dagar det tar för 50 % av plantorna att komma upp, har ett starkt samband med såddjupet. Vid djupare sådd tar det längre tid för plantan att komma upp jämfört med vid en grundare sådd (figur 29).



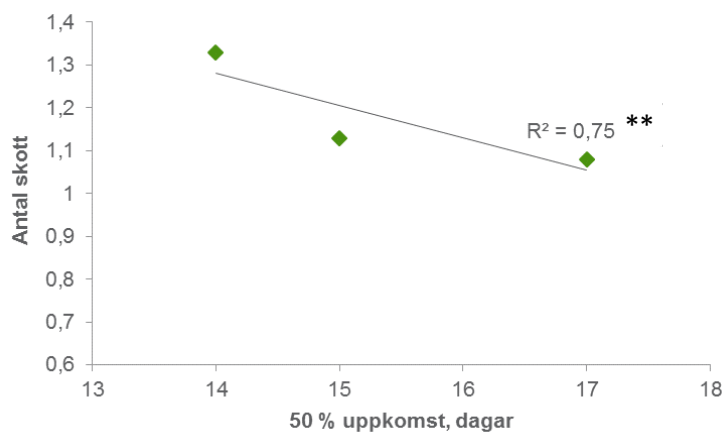
Figur 29. Såddjupets påverkan på uppkomsthastigheten, mätt i antalet dagar det tar för 50 % av höstvetepantorna att komma upp.

Det fanns ett samband mellan såddjup och hur stort antal skott som utvecklas. Det led som var sått på 2 cm utvecklade flest antal skott, minst antal skott utvecklade ledet som var sått på 6 cm (figur 30).



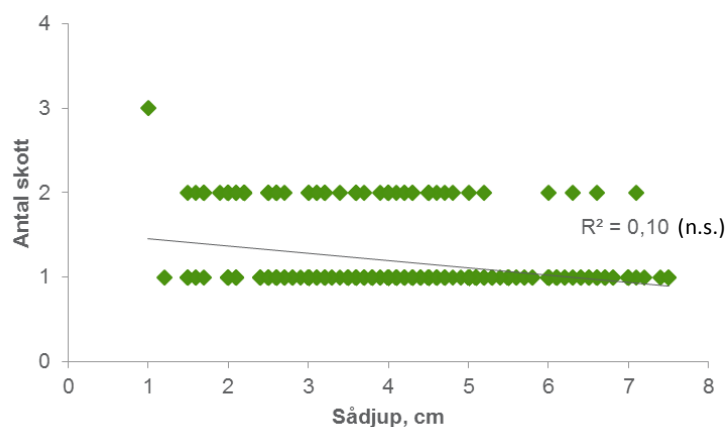
Figur 30. Sådjupets påverkan på antalet skott höstvetepplantan hinner utveckla under hösten.

Det fanns ett samband mellan antalet dagar det tog för 50 % av plantorna att komma upp och hur många skott som utvecklades. De plantor som kom upp snabbare hann även utveckla fler skott (figur 31).



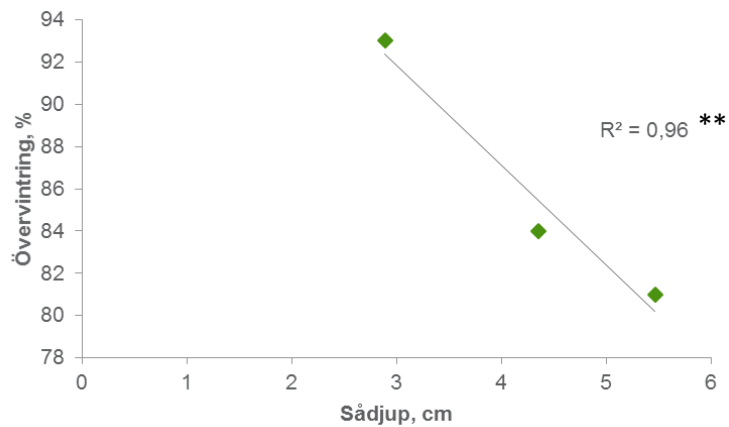
Figur 31 Uppkomsthastighetens påverkan på antalet skott höstvetepplantan hinner utveckla under hösten.

I figur 32 är resultaten redovisade då sådjupet jämfördes med antalet skott samma planta utvecklade. Det fanns inget samband där ett sådjup gav ett visst antal skott.

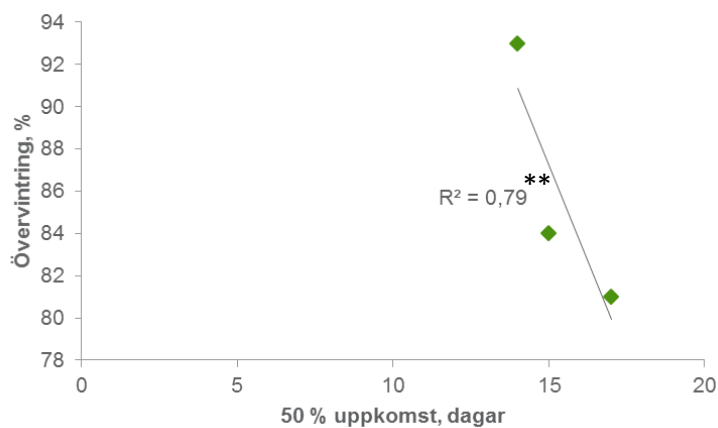


Figur 32. Sådjupet och skottutvecklingens samband då detta jämförs för varje individuell höstvetepanta.

Andelen plantor som klarade vintern hade ett samband med sådjupet. De plantor i A-ledet som var sådda på 2 cm klarade övervintringen bättre jämfört med B-och C-leden som var sådda på 4 respektive 6 cm (figur 33). Eftersom uppkomsten hade ett samband med sådjupet hade även övervintringen ett samband med uppkomsten, där de plantor som kom upp först även klarade vintern bättre jämfört med de plantor som kom upp senare (figur 34).

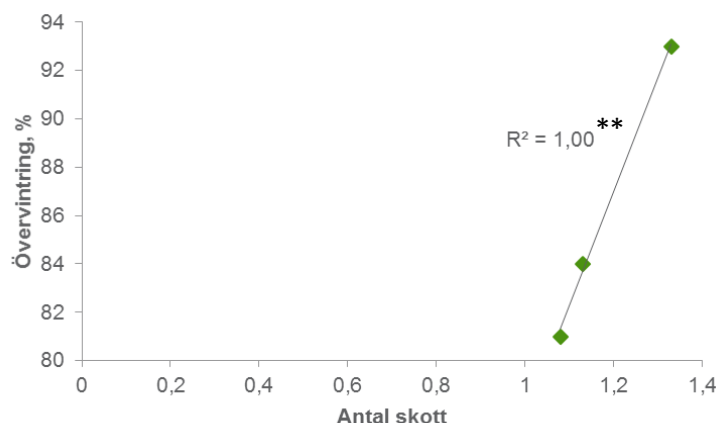


Figur 33. Sådjupets påverkan på övervintringen hos höstvet.



Figur 34. Uppkomstens påverkan på övervintringen hos höstvet.

Det som påverkade övervintringen mest var antalet skott som plantan utvecklade under hösten. De plantor som hade hunnit utveckla flest skott övervintrade i större utsträckning (figur 35).



Figur 35. Sambandet mellan antalet skott som utvecklats under hösten och övervintringen hos höstvet.

5 Diskussion

5.1 Väder

Växtodlingssäsongen 2014 var gynnsam med gott om nederbörd i början av säsongen. Juli månad präglades av torka och ytterst lite nederbörd kom. Detta gav förutsättningar för en tidig och snabbt genomförd skörd med möjlighet till tidig höstsådd. Vädret innan höstsådden innebar att sådden skedde under ovanligt torra förhållanden. Vilket även visade sig på mätningarna av det växttillgängliga vattnet i såbotten, som var mycket lågt.

Resultaten från försöken detta år påvisar vilka faktorer som spelar störst roll under torra betingelser. Ett normalår är skillnaderna mellan olika parametrar antagligen mindre eftersom tillgången på vatten då har större genomslag.

De fält som såddes i början av studieperioden fick generellt mindre vatten fram till uppkomst jämfört med de fält som såddes i slutet av perioden. Trots detta kom de tidigare sådda fälten upp snabbare, vilket tyder på att såtidpunkten spelar större roll än tillgången på vatten.

5.2 Uppkomst och skottutveckling

Det finns inget samband mellan sådjupet och hur snabbt plantorna kom upp eller för hur många skott plantan utvecklar beroende på sådjup i odlarstudien. Däremot finns det ett samband där en snabbare uppkomst gör så att plantan utvecklar fler skott. Även fast det inte var planerat att undersöka skillnaden i såtidpunkt var denna faktor ofrånkomlig då 16 fält skulle undersökas. Såtidpunkten var dock den faktor som mest påverkade hastigheten på uppkomsten. Ju tidigare höstveteteableringen gjordes desto snabbare kom höstvetet upp och desto fler skott hann det utvecklas innan vintern. Detta är även något som stöds av litteraturen. Om tidsfaktorn hade tagits bort genom att utföra alla såbäddsundersökningarna under samma dag, hade troligtvis större skillnader visats mellan gårdarna som hade berott på till exempel sådjupet.

Resultaten från sådjupsförsöket visade att sådjupet har betydelse för uppkomsten. De led som var grundare sådda kom upp snabbare jämfört med de led som var sådda på ett större djup. Denna skillnad syntes inte i odlarstudien. Troligtvis på grund av att skillnaden i tidpunkt för

sådden mellan gårdarna spelar större roll för uppkomsten än vad sådjupet gör. Hade samma sådjupsförsök lagts ut på varje enskild gård hade resultaten antagligen blivit de samma som för försöket på Säby, det vill säga under samma förhållanden kommer en grundare sådd planta upp snabbare jämfört med en djupare.

På grund av de torra förhållandena var det många av lantbrukarna i undersökningen som resonerade som vid vårsådden, att så djupare för att placera utsädet där det fanns fukt. Detta gav ingen snabbare uppkomst jämfört med dem som hade sått grundare. Vilket innebär att det växttillgängliga vattnet i såbädden inte har lika stor betydelse för höstsäden som för vårsäden och att det inte finns någon anledning att så djupare för att komma åt fukt.

Eftersom det i odlarstudien inte syns någon skillnad på hur snabbt plantan kommer upp beroende på sådjup, kan det ändå antas att det är positivt med ett grundare sådjup. En planta som har behövt växa en kortare sträcka för att nå markytan och kunna börja fotosyntetisera har mer reservnärings kvar och är mer motståndskraftig mot sjukdomar och svampangrepp samt har bättre förutsättningar för tillväxt och skottutveckling. Detta jämfört med en planta som har behövt växa längre och där större delen av reservnäringen i kärnan har gått åt för att nå markytan.

5.3 Såbäddens egenskaper

Uppkomsten har inget samband med mängden växttillgängligt vatten i såbotten vid sådd. Det verkar som att höstsäden inte är lika beroende av markfukt som vårsäden är för att gro. Normalt är det vanligare med nederbörd på hösten och uppkomsten är normalt inget problem. Tack vare de torra förhållanden som rådde under sådden 2014 visar resultaten av försöken att andra faktorer förutom växttillgängligt vatten spelar större roll för uppkomsten. Möjligen var det så att fukten som fanns om nätterna i form av dimma och dagg var tillräckligt för att höstvetet skulle gro.

För vårsäd är fin struktur i såbädden mycket viktigt för snabb uppkomst. I odlarstudien gick det inte att se några samband mellan aggregatstorleksfördelning och uppkomsten. Det fanns ingen enskild aggregatfraktion som påverkade uppkomsthastigheten varken positivt eller negativt. Däremot finns det andra försök som påvisar positiva effekter av stor andel finjord i såbädden. Såbäddens förutsättningar skiljer sig för höst- och vårsäd eftersom såbädden till höstsäden även ska ge ett skydd till grödan under vintern. Det finns därför en fördel med en viss andel grövre aggregat överst i såbädden som skyddar grödan mot vind men även minskar risken för slamning av jorden.

5.4 Övervintring

Överlag var vintern 2014/2015 kort och relativt mild. Övervintringen var mycket bra i Mälardalen och relativt lite av höstvetearalen hade drabbats av utvintringssvampar. Det förekom däremot stående vatten under flera perioder under vintern som frös och töade ett flertal gånger. Dock var detta inget som uppenbart syntes på försöksplatserna. Detta gör att resultaten i större utsträckning påvisar hur etableringen och förhållanden under hösten påverkar övervintringen utan att hårt klimat under vintern slår igenom på resultaten.

Både i odlarstudien och i sådjupsförsöket är det tydliga samband på att andelen övervintrade plantor beror på hur många skott som hann utvecklas innan vintern. De plantor som hade utvecklat fler skott hade övervintrat i större utsträckning än de som inte hade utvecklat lika många. Detta kan bero på att plantan med hjälp av sidoskotten hunnit lagra in mer näring och var mindre känslig för yttre påfrestningar. Däremot fanns inga tydliga samband mellan övervintring och såtidpunkt. Men eftersom skottutveckling har samband med såtidpunkten så är indirekt såtidpunkten kopplad till övervintringen.

5.5 Skörd

Skördemätning valdes att bara göras på sådjupsförsöket eftersom det dels är svårt att samla in exakta skördar från lantbrukarna och dels för att det finns parametrar som påverkar skörden mycket mer än vad aggregatstorleksfördelningen i såbädden och sådjupet gör. Däremot är skördenivåerna för de olika sådjupsleden intressanta eftersom de har behandlats på samma sätt och det enda som skiljer dem åt är sådjupet. Trots att ledet som var sått på 2 cm hade snabbare uppkomst, utvecklade fler skott innan vinter och hade bättre övervintring jämförelse med de andra leden, hade det ledet lägst skörd. Högst skörd hade ledet som var sått på 4 cm. Skördeskillnaderna var dock inte så stora att de signifikant kunde skiljas åt. Förklaring till de jämna skördenivåerna kan vara att säsongen var mycket gynnsam för höstvet och att de olika leden hade så pass goda förutsättningar för att bygga skörd att de inte påverkades av förutsättningarna från hösten och vintern. Det hade varit intressant att ha resultat från ett år med sämre förutsättningar, till exempel med en mer påfrestande vinter, för att se om sådjupet hade spelat större roll för skörden.

5.6 Jämförelse mellan plöjt och kultiverat

Andelen aggregat i såbädden som var >16 mm, skiljer ingenting mellan plöjt och kultiverat. Däremot innehåller såbädden i de kultiverade fälten 3 % -enheter mer av aggregat som är <4 mm, jämfört med de plöjda fälten. Däremot är det inga skillnader mellan plöjt och kultiverat som är signifikanta. Det framgår av Bilaga 2 att det har krävts fler överfarter med aggressivare redskap i de plöjda fälten för att uppnå liknande såbädd som i de kultiverade. Det har därför varit dyrare att etablera höstvet efter plöjning detta år, eftersom jorden har varit så torr och krävt intensiv bearbetning för att uppnå tillfredsställande aggregatstorlekar. Vad gällande uppkomst kom de kultiverade fälten upp 0,5 dagar snabbare än de plöjda leden, vilket kan bero på att de kultiverade fälten innehöll något mer växttillgängligt vatten i såbäddarna. Däremot var de plöjda fälten sådda nästan 1 cm grundare än de kultiverade fälten och utvecklade även fler skott. Övervintringen var bättre för de plöjda leden, vilket kan bero på ett större smittotryck av svampar i de kultiverade fälten där det ligger kvar mer halmrester i ytan. Överlag är skillnaden mellan de plöjda och kultiverade fälten små och det går inte att se några stora skillnader detta år mellan de olika bearbetningsformerna.

6 Slutsats

Det viktigaste för en snabb uppkomst är såtidpunkten, en tidigt sådd planta kommer upp snabbare jämfört med en senare sådd planta. En snabb uppkomst gör att plantan utvecklar fler skott och som därmed klarar vintern bättre. Uppkomsten påverkas inte av en enskild

aggregatfraktion, däremot kan det finnas fördelar med att ha en viss del större aggregat överst i såbädden. Det finns ingen skillnad mellan bearbetningssystemen plöjt och kultiverat.

Svar på hypoteser:

Ett grunt sådjup ger en snabbare uppkomst vid försök under samma förhållanden och såtidpunkt. En grund sådd gör så att plantan utvecklar fler skott eftersom uppkomsten sker snabbare och ger bättre förutsättningar för skottutveckling. Aggregatstorleken påverkar inte uppkomsthastigheten. Uppkomsthastigheten verkar inte påverkas av tillgången på växttillgängligt vatten i såbädden. Skillnaderna är för små mellan plöjda och kultiverade fält för att kunna dra någon slutsats om vilket bearbetningssystem som är bäst för höstveteetablering.

Det hade varit mycket intressant att göra mer omfattande studier på såbädden för höstvete, mer likt det som är gjort för vårsäden. I odlarstudien fanns inget samband mellan uppkomsthastigheten och en enskild aggregatfraktion, däremot hade det varit intressant att undersöka vilken sammansättning av olika aggregatstorlekar i såbädden som är den optimala för höstvetets uppkomst.

Tackord

Stort och varmt tack till min handledare Johan Arvidsson, din bortgång lämnade ett stort tomrum efter sig. Tack till Ararso Etana som togs dig an mig och som handledare hjälpte mig att slutföra mitt examensarbete. Tack till er övriga på SLU som på olika sätt har hjälpt mig att genomföra och analysera mina försök. Tack till er 16 lantbrukare som jag fick göra mina undersökningar hos. Framförallt ett stort tack till alla er i min närhet, familj, vänner och kollegor, som har hjälpt mig med försöken, rättat mina texter, stöttat mig och hjälpt mig att hålla mig motiverad.

Referenser

- Andersson, B. (1983). *Odlingstekniska försök med höstvet*. Uppsala: Sveriges Lantbruksuniversitet. (Institutionen för växtodling, Rapport 121).
- Atkinson, B.S., Sparkes, D.L. & Mooney, S.J. (2009). Effect of seedbed cultivation and soil macrostructure on the establishment of winter wheat (*Triticum aestivum*). *Soil and tillage research* 103, pp. 291-301.
- Bengtsson, A. (1983). *Såtider och benomylbehandling i höstråg och höstvet*. Uppsala: Sveriges Lantbruksuniversitet. (Institutionen för växtodling, Fakta mark-växter, nr 15).
- Bölenius, E. (2014). Intensiv eller extensiv såbäddsberedning på hösten? I: Arvidsson, J. (red.), *Jordbearbetningens årsrapport 2014*. Uppsala: Sveriges Lantbruksuniversitet. (Rapporter från jordbearbetningen, nr 132).
- Dasberg, S. (1971). Soil movement to germinating seeds. *Journal of Experimental Botany*, vol. 22 (73), pp. 999-1008.
- Elmqvist, H. & Arvidsson, J. (red) (2014). *Höstvet mot nya höjder*. Uppsala: Sveriges Lantbruksuniversitet. (Rapporter från jordbearbetningen, nr 129).
- Evans, L.T., Wardlaw, I.F. & Fischer, R.A. (1975). Wheat. I: Evans, L.T. (red.), *Crop physiology some case histories*. London: Cambridge University Press, pp. 101-150.
- Fageria, N.K., Baligar, V.C. & Clark, R.B. (2006). *Physiology of crop production*. New York: Food Products Press.
- Fitter, A.H. & Hay, R.K.M. (1987). *Environmental physiology of plants*. 2. Ed. London: Academic Press.
- Gusta, L.V. (1986). The induction and maintenance of cold hardiness in winter cereals I: Hagsand, E. *Lantbruksväxternas övervintring*. Jockis: Lantbrukets forskningscentral. (Seminar, nr 84).
- Hay, R.K.M. (1986). Sowing date and the relationship between plant and apex development in winter cereals. *Field crop research* 14, pp. 321-337.
- Heinonen, R. (1979). *Soil management and crop water supply*. 3. Ed. Uppsala: Sveriges Lantbruksuniversitet.
- Håkansson, I., Myrbeck, Å. & Etana, A. (2002). A review of research on seedbed preparation for small grains in Sweden. *Soil and tillage research* 64, pp. 23-40.
- Håkansson, I. & von Polgár, J. (1976). *Modellförsök med såbäddens funktion*. 1. Såbädden som skydd mot avdunstning. Rapporter från jordbearbetningen, nr 46. Uppsala: Sveriges Lantbruksuniversitet.
- Håkansson, I. & von Polgár, J. (1977). *Modellförsök med såbäddens funktion*. 2. Försök med skiktade och oskiktade såbäddar. Rapporter från jordbearbetningen, nr 53. Uppsala: Sveriges Lantbruksuniversitet.
- Håkansson, I., von Polgár, J., Rydberg, T. & Westlin, A. (2008). *Modellförsök med såbäddens funktion*. Rapporter från jordbearbetningen, nr 115. Uppsala: Sveriges Lantbruksuniversitet.

Kirby, E.J.M. (2002). Botany of the wheat plant I: Curtis, B.C., Rajara, S. & Macpherson, H.G. (red.), *Bread wheat, improvement and production*. Rome: FAO (Plant Production and Protection Series, nr 30).

Tillgänglig [2015-08-18]:

<http://www.fao.org/docrep/006/y4011e/y4011e05.htm>

Kritz, G. (1983). *Såbäddar för vårstråsäd*. Uppsala: Sveriges Lantbruksuniversitet. (Rapporter från jordbearbetningen, nr 65).

Larsson, R. (1961). *Höstsädens övervintring och avkastning*. Uppsala: Almqvist & Wiksells boktryckeri AB.

Mattson, R., Andersson, K. & Gummesson, G. (1985). *Odling av höstvet*. Uppsala: Sveriges Lantbruksuniversitet. (Aktuellt från Lantbruksuniversitetet, nr 343).

Mayer, A.M. & Poljakoff-Mayber, A. (1989). *The germination of seeds*. 4. Ed. Oxford: Pergamon Press plc.

McLeod, J.G., Cambell, C.A., Dyck, F.B. & Vera C.L. (1992). Optimum seeding date for winter wheat in southern Saskatchewan. *Agronomy Journal*, vol. 84, pp. 86.

McMaster, G.S., Palic, D.B. & Dunn, G.H. (2002). Soil management alters seedling emergence and subsequent autumn growth and yield in dryland winter wheat-fallow systems in the Central Great Plains on clay loam soil. *Soil and tillage research* 65, pp. 193-206.

Olofsson, S. (1986). *Övervintring av höstvet och höstråg*. Uppsala: Sveriges Lantbruksuniversitet. (Institutionen för växtodling, Rapport 163).

Olvång, H. (1999). *Utvintringssvampar på höstsäd*. Uppsala: Sveriges Lantbruksuniversitet. (Faktablad om växtskydd, nr 97J).

Osvald, H. (1959). *Åkerns nyttoväxter*. Stockholm: AB Svensk Litteratur.

Statistiska centralbyrån, SCB (2015). *Jordbruksstatistik sammanställning 2015*. Örebro: SCB

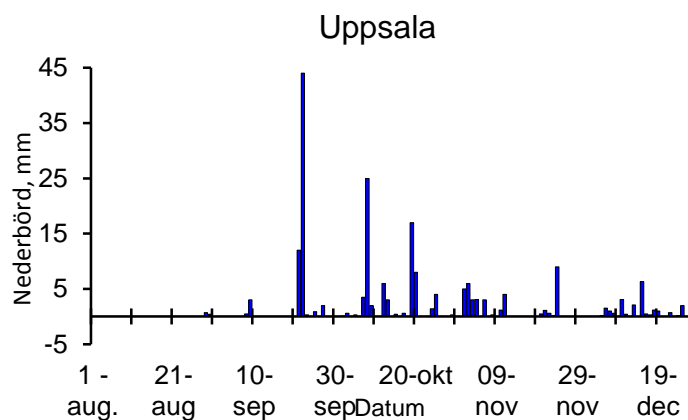
Yngve, K. (2010). *Karaktärisering av höstvetets avkastningskomponenter*. Sveriges Lantbruksuniversitet. Agronomprogrammet mark/ växt (Examensarbete 30 hp).

Åfors, M., Ohlander, L. & Stendahl, F. (1988). *Stråsädens utveckling I*. Uppsala: Sveriges Lantbruksuniversitet. (Institutionen för växtodlingslära, Växtodling 1).

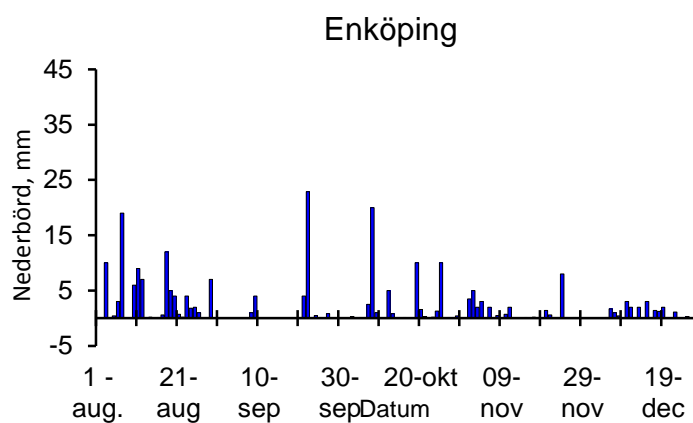
Wanjura, D. F., Buxton, D.R. & Stapleton, H. N. (1970). A temperature model for predicting initial cotton emergence. *Agronomy Journal*, vol. 62, pp. 741-743.

Bilagor

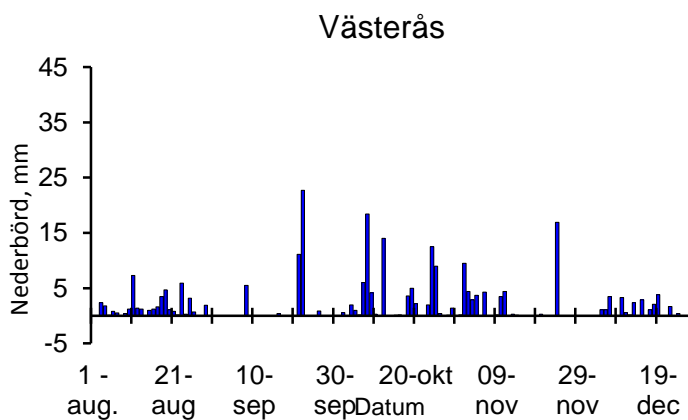
Bilaga 1. Väderdata



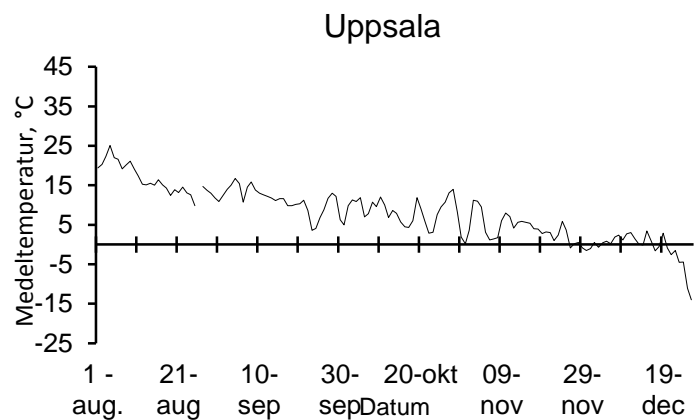
Figur 36. Nederbörd för Uppsala.



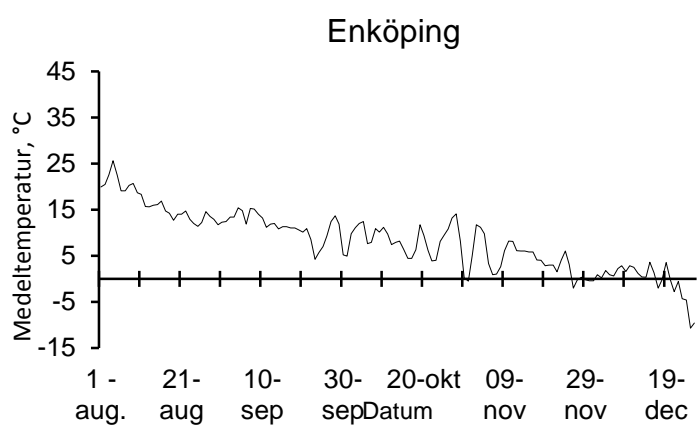
Figur 37. Nederbörd för Enköping.



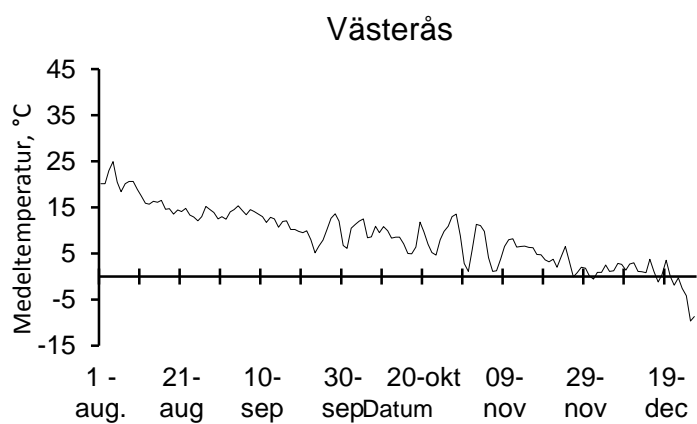
Figur 38. Nederbörd för Västerås.



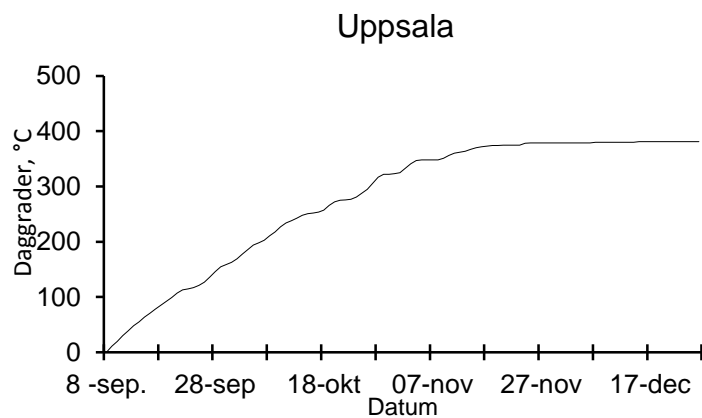
Figur 39. Medeltemperatur för Uppsala.



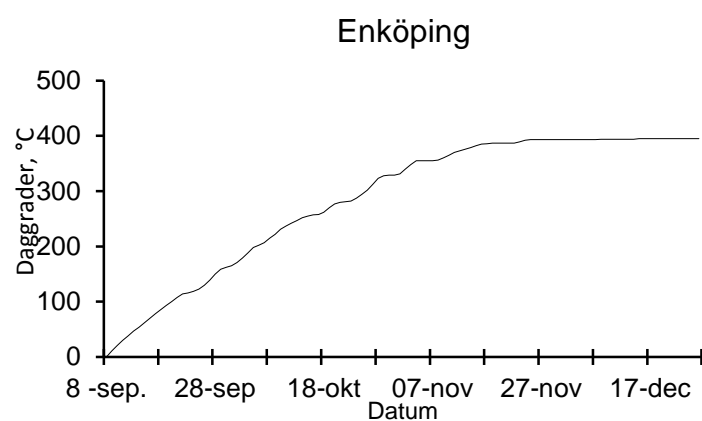
Figur 40. Medeltemperatur för Enköping.



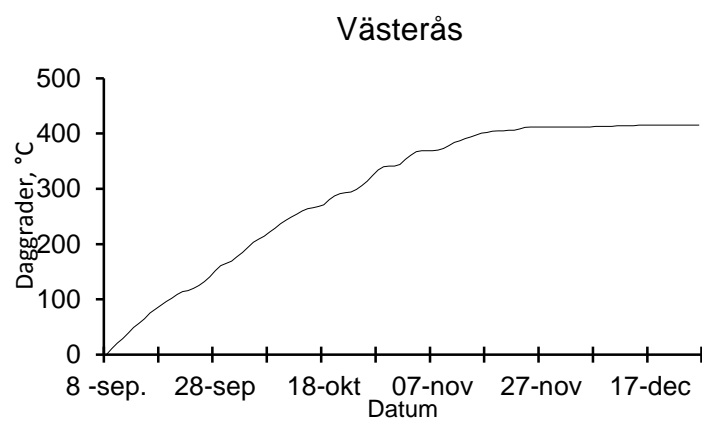
Figur 41. Medeltemperatur för Västerås.



Figur 42. Dygnsgrader för Uppsala.



Figur 43. Dygnsgrader för Enköping.



Figur 44. Dygnsgrader för Västerås.

Bilaga 2. Bakgrundsinformation för fälten i odlarstudien

Lantbrukare	P- klass	AL klass	K-AL klass	pH	Förfrukt	Organiskt kväve	Bearbetning	Såmaskin	Sort	Utsädesmängd	Gödsling	Tänkt sådjup
1.		III	IV	6	Höstvete	Kor Rötslam	Plöjt Rexiusvält 2 ggr Harv 2 ggr	Rapid	Julius	200 kg/ha 375-400 grobara/ m ²	MAP 100 kg/ha	3-4 cm
2.		III	III	6,5	Havre	Nej	Plöjt Harv 2 ggr	Tume Nova Combi	Julius	375 grobara/ m ²	PK 11-21 200 kg/ha	4-5 cm
3.		III	III	5,9	Höstvete	Nej	Plöjt Harv	Rapid	Olivin			
4.		III	V	6,5	Korn	Nej	Swift 2 ggr Harv 1 ggr	Rapid	Julius	200 kg/ha	MAP 75 kg/ha	4-5 cm
5.					Höstvete	Nej	Plöjt Carrier 2 ggr Harv 1 ggr	Rapid	Julius	180 kg/ha	MAP 100 kg/ha	1-2 cm
6.					Åkerböna	Gris	Kultivering	Rapid	Julius			
7.		III	IV	6,1	Korn	Gris	Kultivator 2 ggr Carrier 1 ggr Harv 2 ggr	Rapid	Ellvis	178 kg/ha 400 grobara/ m ²		3,4 cm
8.		II	V	7,4	Ärter	Rötslam	Carrier 2 ggr	Rapid	Julius	195 kg/ha	MAP 100 kg/ha	5
9.					Korn	Höns	Plöjt Harv 3-4 ggr Vält 1 ggr	Tume	Julius	205 kg/ha	Hönsflytgödsel 5 ton/ha	
10.					Korn	Nej	Plöjt Carrier 2 ggr Crosskillvält 2 ggr Sladd 1 ggr Harv 1 ggr	Rapid	Julius	200 kg/ha	Map 100 kg/ha	
11.		IV	IV	6,7	Korn	Nej	Kultivator 1 ggr Carrier 1 ggr Harv 1 ggr	Rapid	Julius	220 kg/ha	MAP 70 kg/ha	
12.					Korn	Nej	Swift 1 ggr Carrier 2 ggr	Rapid	Julius	220 kg/ha 380 grobara/ m ²	MAP 102 kg/ha	6-7 cm
13.					Korn	Nej	Kultivator 1 ggr Carrier 1 ggr	Rapid	Julius	195 kg/ha		4-5 cm
14.		IV	IV	6,4	Havre	Nej	Kultivator 1 ggr Carrier 2 ggr Harv 1 ggr	Rapid	Julius	235 kg/ha	PK 11-21 100 kg/ha	4 cm
15.		II	IV	6	Höstvete	Nej	Plöjt Harv 3 Rexius 3	Rapid	Julius	240 kg/ha	PK 11-21 160 kg/ha	4-5 cm
16.					Havre	Gris	Plöjt Harv	Rapid	Julius			